SHOUT
SHARE
IT

5. 416

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, 2, rue Mignon.

Botanical Department

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY BRANCH

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

COMPRENANT

LA ZOOLOGIE, LA BOTANIQUE
L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE COMPARÉE DES DEUX RÈGNES
ET L'HISTOIRE DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

RÉDIGÉES

POUR LA ZOOLOGIE
PAR M. MILNE EDWARDS

POUR LA BOTANIQUE
PAR MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

TOME X

PARIS
LIBRAIRIE DE VICTOR MASSON
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1858

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

PARTIE BOTANIQUE

SUR
L'ASCENSION DE LA SÉVE,

Par M. W. HOFMEISTER.

(Traduit du *Flora*, numéro du 7 janvier 1858.)

Depuis que Hales, à la date de cent trente ans, a montré par ses expériences comment on peut déterminer la force avec laquelle la séve s'élève dans la Vigne, l'auteur qui a le plus élargi le cercle de nos connaissances sur ce sujet est M. Brücke (1). Cet observateur a montré que la force avec lequelle ce liquide sort par la section d'un sarment ne disparaît pas tout d'un coup quand la Vigne cesse de pleurer, mais que la variation diurne (découverte par Hales) de la tension du suc contenu dans les vaisseaux, à partir du moment où les bourgeons s'ouvrent, va en augmentant de jour en jour sous l'influence de la transpiration toujours croissante des pousses fraîchement feuillées, jusqu'à ce que la végétation exige assez de suc et que l'évaporation pendant le jour en enlève une assez grande quantité pour que la perte de liquide subie par le corps ligneux surpasse notablement l'absorption qui en est faite dans le

---

(1) Brücke, *Ueber das Bluten des Rebstockes* (*Annales de Poggendorf*, 1844, p. 63).

20

X

sol ; d'où il arrive enfin qu'il ne se fait plus d'écoulement, à aucune heure de la journée, par les branches qu'on a coupées. M. Brücke a reconnu également que des tubes manométriques, adaptés à des hauteurs diverses aux branches de la même Vigne, indiquent dans la pression de la séve une différence générale équivalente au poids d'une colonne liquide égale à la distance verticale entre les niveaux des deux sections. Il conclut de ses observations : 1° que les branches d'un même pied de Vigne se comportent, relativement à la tension de la séve qu'elles renferment, de la même manière que des tubes en communication ; 2° qu'une portion considérable de la longue colonne observée dans les tubes qu'on adapte à une faible hauteur au-dessus du sol doit être mise sur le compte de la pression hydrostatique de la masse de liquide contenue dans les branches de la Vigne au-dessus du niveau auquel les tubes manométriques sont fixés. M. Brücke n'est même pas éloigné d'admettre que les vaisseaux, qui d'abord contenaient de l'air, se remplissent de liquide uniquement sous l'influence des cellules où abondent les matières solubles et qui constituent les rayons médullaires ainsi que l'étui médullaire de la tige et des branches. « Grâce à ces substances solubles et susceptibles de se gonfler dans l'eau, ces cellules commencent par se remplir complétement de ce liquide, et, comme elles continuent d'en prendre toujours plus que leur cavité ne peut en contenir, elles en envoient dans les vaisseaux voisins avec une portion de la substance soluble, sous la forme de séve. » Il est possible, d'après lui, que la séve s'insinue dans les vaisseaux d'abord aux extrémités supérieures des branches, et qu'elle y descende ensuite uniquement en vertu de la loi de gravité ; par là s'expliquerait assez bien ce fait, que les parties inférieures de la Vigne pleurent plus tôt que les supérieures. Il regarde enfin comme vraisemblable que la séve, au moment de son maximum annuel et diurne de tension, ne monte pas dans les vaisseaux, mais y descend.

Les dernières des conclusions formulées par M. Brücke tiennent à ce qu'il n'a pas connu une des circonstances les plus importantes du phénomène, sur laquelle les expériences dont je vais exposer les résultats jettent certainement du jour. Je me propose de continuer ces expériences, de les étendre même à d'autres végétaux que la Vigne, et de publier ensuite cette nouvelle série d'observations.

Non-seulement les vaisseaux, mais encore les cellules ligneuses de la Vigne (ainsi que ceux de l'Érable, du Bouleau, du Peuplier, de beaucoup d'autres arbres feuillus, et les cellules ligneuses des Conifères), renferment pendant l'hiver (même au milieu du mois de mars, pour la Vigne) de l'air sous la forme de bulles et à l'intérieur d'un liquide. Ce dernier forme dans les vaisseaux une couche généralement mince, qui en revêt les parois ; il est en plus grande quantité dans les cellules ligneuses dont il remplit entièrement les extrémités rétrécies, tandis que dans leur portion médiane, plus large, il entoure une bulle d'air allongée.

Vers l'époque où la Vigne entre en séve, cet air diminue rapidement dans les cellules ligneuses. Mais il ne disparaît jamais entièrement des vaisseaux, même à l'époque où la séve est le plus abondante. En observant au microscope et sous l'huile des tranches longitudinales, qui ne soient pas trop minces, on constate la présence de bulles d'air allongées dans un très grand nombre de vaisseaux, soit larges, soit étroits. On comprend sans peine, et l'observation permet de s'en assurer sans difficulté, que la présence d'une bulle d'air, même assez grosse, dans un espace entouré d'une membrane homogène et perméable, n'empêche ni l'entrée ni la sortie d'un liquide sous l'action d'une pression soit extérieure, soit intérieure.

Lorsque, pour mesurer la force d'ascension de la séve dans la Vigne, on adapte à des branches d'un même pied, coupées à différentes hauteurs, des tubes manométriques, on voit constamment la colonne de mercure acquérir plus de hauteur dans ceux qui sont placés à un niveau peu élevé. Le mercure monte plus promptement dans ceux-ci que dans ceux qui ont été adaptés plus haut. Ainsi, à la fin d'avril, un tube placé à $0^{m},15$ au-dessus du sol indiquait déjà, au bout d'une heure, par la hauteur du mercure, le maximum de pression qui, dans cette circonstance, fut de $0^{m},731$. Dans un autre tube, qui fut posé en même temps, à $2^{m},066$ au-dessus de terre, le mercure monta constamment pendant 72 heures et présenta la variation diurne de pression que Hales avait déjà reconnue. Les variations accidentelles de pression produites par une augmentation d'humidité ou de sécheresse, par l'exhaussement ou l'abaissement de la température, se manifestent plus vite et à un plus haut degré dans les tubes manométriques les plus bas. Ceux-ci montrent encore la variation diurne de pression avec une netteté incomparablement plus grande que ne le font ceux qui se trouvent plus haut. Cette plus grande amplitude des oscillations diurnes, dans les manomètres placés bas, se montre fort nettement, surtout lorsque, comme à la fin de mai et au commencement de juin, la variation atteint d'un quart à un demi-mètre sous l'influence de la transpiration considérable des feuilles qui viennent de s'épanouir. Par exemple, dans deux tubes dont l'un était appliqué, à 1$^{\text{m}}$,210, à une pousse qui avait un diamètre de 12-13 millimètres, dont l'autre se trouvait à 0$^{\text{m}}$,445, adapté à un sarment de 10-11 millimètres d'épaisseur, la colonne mercurielle a eu les hauteurs suivantes :

				a.	b.
Le 1er juin,	à	7	heures. . . .	360$^{\text{mm}}$	273$^{\text{mm}}$
—	à	12	—	—14	68
—	à	2 1/2	—	0	41
Le 2 —	à	8	—	281	278
—	à	12	—	—19	50
—	à	3	—	—30	9

Dans des cas semblables, où un tube *c* était à 1$^{\text{m}}$,112 au-dessus du sol, et un tube *d* à 410 millimètres au-dessus de *c*,

				c.	d.
Le 4 juin,	à	7	heures. . . .	217$^{\text{mm}}$	182$^{\text{mm}}$
—	à	12 1/2	—	83	131
—	à	3	—	34	112
—	à	7 1/2	—	—6	42
Le 9 —	à	9	— matin . .	68	92

Il n'est pas rare que la différence entre les colonnes mercurielles de deux tubes manométriques appliqués à différentes hauteurs du même pied de Vigne concorde d'une manière remarquable avec la hauteur d'une colonne de séve qui aurait pour hauteur la distance verticale entre les points d'application des deux tubes. Mais il est beaucoup plus ordinaire de voir la différence réelle entre les deux colonnes mercurielles se montrer plus faible lorsque la pression dans la Vigne suit une marche générale ascendante, que plus forte lorsque cette pression suit une marche descendante.

La direction dressée ou couchée des parties de la Vigne situées au-dessus du point d'application d'un manomètre n'exerce qu'une influence fort limitée sur la tension de la séve. Ainsi, par exemple, un de ces tubes a été adapté, à 0ᵐ,15 au-dessus du sol, à une branche d'une Vigne horizontale longue de 4ᵐ,92. Le redressement de la Vigne a fait monter le mercure de 93 millimètres en quatre heures (de 0ᵐ,603 à 0ᵐ,696) ; elle a été remise ensuite dans sa situation horizontale, ce qui a fait baisser le mercure de 128 millimètres (de 0ᵐ,696 à 0ᵐ,468) en deux heures et demie, après quoi il s'est remis à monter rapidement. D'autres expériences analogues ont amené des changements beaucoup plus faibles encore dans la hauteur de la colonne mercurielle, tandis que, selon l'opinion de Brücke, ils auraient dû être d'environ 360 millimètres.

Tous ces phénomènes tendent à prouver que la cause de la tension de la séve réside hors des parties aériennes de la Vigne ; en outre, que l'action de la force impulsive dans les parties de la plante éloignées du sol trouve des obstacles non-seulement dans le poids du liquide soulevé verticalement, mais encore dans la résistance des nombreuses membranes, à travers lesquelles la séve doit se frayer un passage. Cette conjecture passe à l'état de certitude, grâce à une expérience fort simple.

Si l'on dénude une racine dans sa portion voisine de la tige, qu'on la coupe, et qu'on adapte deux manomètres, l'un à la section de sa portion restée en terre, l'autre au tronçon qui tient à la tige, on constate toujours une très grande différence entre les hauteurs du mercure dans l'un et l'autre, le plus bas étant constamment le dernier. Au commencement de juin, cette différence était de 150 à 250 millimètres, elle est devenue de 400 à 500 au milieu de juin ; et à la fin du même mois (où, à tous les moments de la journée, le tube en rapport avec la tige donnait un résultat négatif quant à la hauteur du mercure), elle s'est élevée de 600 à 700 millimètres. Il résulte de là que la force impulsive a très certainement son siége dans les racines (1).

Toutefois cette force ne réside ni dans les extrémités radicellaires, ni dans les parties jeunes des racines. Des racines adventives d'un an, dont la longueur atteignait 110 millimètres et dont le diamètre était de 3 millimètres, ayant été adaptées à un manomètre d'un faible calibre et plongées dans l'eau, n'ont pas fait monter le mercure ou ne l'ont élevé que très faiblement (jusqu'à 5 millimètres).

L'écoulement de séve de la Vigne n'est pas plus limité aux mois de printemps que dans les autres végétaux. A la vérité, les parties situées hors de terre ne laissent plus couler de séve à aucun moment de la journée, peu après que les premières feuilles se sont montrées ; mais les racines qu'on coupe en laissent sortir pendant tout l'été. La force avec laquelle ce liquide sort n'est pas plus faible en été qu'au printemps, et elle ne diminue même que lentement en automne. Ainsi elle faisait équilibre, le 21 juin, à 699 millimètres de mercure ; le 3 juillet, à 618 millimètres ; le 8 juillet, à 748 millimètres ; le 1er août, à 515 millimètres ; le 1er septembre, à 335 millimètres. Au contraire, la quantité de liquide qui s'écoule dans un temps donné est beaucoup plus forte au printemps qu'à une époque plus avancée de l'année : le 23 avril, pendant toutes les vingt-quatre heures, elle a été de 20^{gr},131 par heure ; le 9 juillet, pendant le même espace de temps, elle a été de 1^{gr},219 par heure, la racine ayant dans les deux cas 11 millimètres de diamètre. Un autre fait qui vient à l'appui de celui-ci, c'est que, pendant le printemps, le mercure retourne incomparablement plus vite qu'en été à son premier niveau, lorsque, après avoir enlevé le manomètre pendant plusieurs heures et avoir laissé couler librement la séve, on le remet ensuite en place; pour cela, il a fallu trois heures le 8 mai; il en a fallu trente et un le 19 juillet. Le manomètre adapté à une racine tronquée ayant été enlevé du 22 jusqu'au 25 juillet, après qu'on l'a eu replacé, il a fallu quarante-huit heures pour que la colonne mercurielle atteignît sa première hauteur. On voit qu'en été, la Vigne répare beaucoup plus lentement qu'au printemps les pertes de séve qu'elle subit.

---

(1) L'énoncé analogue de Dutrochet (la force motrice a son siége dans les spongioles, *Mémoires*, édit. de Bruxelles, p. 201) est basé sur des raisons insuffisantes et simplement sur cette observation, que la section de racines, même très grêles, pleure encore lorsque l'extrémité seule de la racine est restée intacte. Dutrochet n'a pas déterminé la force avec laquelle sort la séve, ni la durée de son écoulement. (NOTE DE L'AUTEUR.)

Les influences externes qui exercent une influence puissante sur le degré de tension de la séve sont la température et l'humidité du sol, aussi bien que de l'air. L'influence de la température est de beaucoup prédominante vers le commencement du printemps, lorsque la terre est encore complétement imbibée d'eau. L'ascension de la séve, qui avait atteint, le 24 avril, le maximum de cette année, a diminué jusqu'à cesser par suite de l'abaissement de température qui a eu lieu du 22 au 30 avril. (La température moyenne de ces jours, calculée d'après le maximum et le minimum de température de chacun d'eux, a été seulement de + 7°, 1 c. pour tout cet espace de temps, de 3°, 1 c. du 23 au 27, de 4°, 2 c. du 23 au 30 avril.) Le même pied de Vigne qui, le 24 avril, avait élevé la colonne mercurielle, sous l'impulsion de la séve, à 804 millimètres, ne l'a plus soulevée qu'à 8 millimètres le 29 avril, qu'à 6 millimètres le 30 au soir. Ce fut seulement le 5 mai que la tension augmenta de nouveau, au point d'élever le mercure à 522 millimètres. A partir du moment où la chaleur moyenne de la journée atteignit le chiffre de + 15° c., l'influence de la température diminua d'importance, celle de l'humidité devint, au contraire, dominante et finalement exclusive. Pendant une sécheresse continue, au milieu du mois de mai, il a suffi d'arroser abondamment la Vigne pour faire monter la colonne mercurielle dans le manomètre de 0^{m},262 à 0^{m},335, entre sept heures du soir et huit heures du matin; pendant le même temps, le mercure des tubes manométriques adaptés aux pieds de Vigne voisins et non arrosés baissait constamment. L'influence d'un arrosement a été plus prononcée encore au milieu du mois de juin; il a fait monter le mercure en vingt-quatre heures de 0^{m},403 à 0^{m},603.

Outre ces grandes oscillations accidentelles de la pression de la séve, il y a, dans les parties aériennes et non isolées de la Vigne, une variation diurne (découverte par Hales) qui ne se manifeste qu'à partir du moment où les bourgeons s'ouvrent, et qu'on reconnaît aisément, avec tous les observateurs, comme dépendant de l'évaporation par les feuilles. L'étendue de cette variation, qui diffère d'un jour à l'autre, selon le degré d'humidité de l'air, est en général constamment croissante, à mesure que les pousses se développent. A la fin d'avril, par un air sec, elle s'est élevée, au maximum, à 0^{m},023 ; elle a été de 0^{m},040 au commencement de mai, de 0^{m},100 dans le second tiers, de 0^{m},400 et plus à la fin du même mois, jusqu'à ce qu'enfin l'évaporation, qui a lieu pendant le jour, épuise tellement la séve contenue dans la Vigne, que, même pendant la nuit, les racines ne puissent plus élever la pression dans les parties inférieures de la Vigne au-dessus de 0^{m},200 au commencement de juin, de 0^{m},033 au milieu de juillet. J'ai reconnu, comme les observateurs antérieurs, que le maximum diurne a lieu quelques heures après le lever du soleil, et que le minimum arrive au coucher du soleil.

Une particularité très remarquable, c'est la rapidité avec laquelle la tension de la séve change par l'effet d'une variation subite dans l'humidité de l'air. La colonne mercurielle d'un manomètre s'élevait à 0^{m},050, le 24 mai à midi, par un ciel pur et un vent d'est sec. A midi et demi survint un vent d'ouest humide ; bien que le soleil continuât d'être ardent, grâce à la pureté du ciel, et que la température se fût élevée de 3°, 75 c., à une heure et demie le mercure était à 0^{m},81 ; il était à 0^{m},368 le soir, à huit heures, par un ciel légèrement nuageux.

Les racines qui s'enfoncent profondément ne montrent pas de variation diurne comparable à celle des parties aériennes. L'exhaussement et l'abaissement de la colonne mercurielle dans les manomètres qu'on y adapte sont toujours en rapport avec le degré d'humidité du sol. Il en est autrement pour les racines peu profondes, marchant horizontalement à 0^{m},50 environ en terre, parce que l'absorption de l'eau du sol peut être considérablement contrariée pendant le jour par l'action desséchante des rayons solaires. On y constate une variation diurne, qui atteint son minimum vers le soir, et qui s'élève jusqu'à 70 millimètres, dans certaines occasions jusqu'à 100 millimètres.

Déjà M. Brücke a fait remarquer que des observations, poursuivies pendant longtemps sur les mêmes sections de sarments de Vigne, finissent par donner des résultats trompeurs. (Tous les résultats que je rapporte ici ont été déduits d'observations suivies pendant une durée de cinq jours au plus pour chaque section.) Deux phénomènes qu'on observe sur les manomètres dont on se sert pendant longtemps méritent d'être mentionnés particulièrement. Déjà le troisième ou le quatrième jour, la variation diurne y est beaucoup moins prononcée que sur les tubes appliqués à d'autres branches du même pied de Vigne coupées fraîchement. A ce moment, les orifices des vaisseaux qui ont été ouverts dans la branche soumise à l'expérience ne sont encore nullement bouchés. La moindre perméabilité des parois de ces vaisseaux et de celles des cellules adjacentes ne peut tenir qu'à un changement dans les membranes qui n'est pas reconnaissable au microscope. — Le deuxième phénomène est que, lorsqu'on fait ces expériences sur de petites branches latérales de pieds de Vigne déjà forts, on les voit périr au bout de quelques jours ; le mercure baisse en deux ou trois jours environ jusqu'à zéro ou au-dessous pour ne plus remonter. Si l'on examine alors le bois, on le trouve sec et mort.

La force d'ascension de la séve absorbée par les racines n'est pas plus propre au petit nombre de végétaux ligneux sur lesquels on l'a constatée jusqu'à ce jour, qu'elle n'est limitée à un petit nombre de semaines du printemps. C'est un phénomène tout à fait général et durable, qu'on observe dans beaucoup de plantes herbacées avec une intensité bien plus grande que pour les espèces ligneuses. Je citerai comme exemples les maxima que j'ai observés sur diverses plantes enracinées que j'avais coupées peu au-dessus de terre :

Atriplex hortensis.	65	millim. de mercure.
Chrysanthemum coronarium. . .	14	—
Digitalis media (1)	461	—
Papaver somniferum	212	—
Morus alba.	12	—

---

(1) Plante haute de 0m,953, dont la section avait 10 millim. de diamètre.

Je rapprocherai de ces résultats ceux que j'ai obtenus sur quelques plantes dont les racines avaient été retirées de terre, autant que possible, sans rupture, et plongées ensuite dans l'eau :

Digitalis media.	30	millim. de mercure.
Sonchus oleraceus.	24	—
Chenopodium album.	16	—
Papaver somniferum	11	—
Petunia nyctaginiflora.	7	—
Pisum sativum (plante jeune).	31-25	—

Dans tous ces cas, l'ascension du mercure a suivi une marche uniformément ascendante.

Une des principales difficultés qu'offre l'explication de l'ascension de la séve, savoir, son existence en apparence exceptionnelle chez un petit nombre de végétaux pendant une portion restreinte de l'année, devient plus grande encore par la généralité du phénomène. Dans l'état actuel de nos connaissances, pour essayer de l'expliquer, on ne peut suivre que la voie indiquée, mais non ouverte, par M. Brücke. On ne voit pas d'autre cause vraisemblable de la force impulsive que l'action endosmique exercée sur l'eau du sol par les matières solubles qui se trouvent dans des groupes déterminés de cellules de la racine.

Avant l'entrée en séve, ces matières ne se trouvent presque uniquement que dans les cellules des rayons médullaires : le sucre en médiocre quantité, les produits premiers de l'élaboration de l'amidon, savoir la dextrine et les analogues, en proportions plus fortes. C'est sur ces dernières matières, ainsi que sur leur représentant, la gomme arabique, que doit porter d'abord l'explication.

Sous le rapport de son action endosmique, la gomme arabique se distingue nettement des substances qui, comme le sel de Glauber, le sel marin, le sucre, etc., ont servi presque exclusivement aux recherches des physiciens et des physiologistes relativement à l'endosmose. Une solution gommeuse, séparée de l'eau pure par une membrane d'origine animale ou végétale, absorbe uniquement de l'eau, sans donner de la gomme en échange, en supposant qu'on supprime toute pression hydrostatique des liquides intérieur et extérieur, en réglant fréquemment et avec soin le niveau de l'un et de l'autre. On peut aisément rendre l'expérience démonstrative en employant la solution de gomme comme liquide extérieur, l'eau distillée comme liquide intérieur. Dans un cas de ce genre, après que 98^{gr},128 d'eau furent sortis pour se porter dans une solution gommeuse obtenue avec 13,32 pour 100 de cette matière, le restant du liquide intérieur, qui pesait encore 30^{gr},872, ne laissa, après avoir été évaporé, pour résidu solide que 0^{gr},008, quantité tellement faible, qu'on peut fort bien la rapporter aux impuretés accidentelles de l'eau. Le courant n'avait donc marché que de l'eau vers la gomme ; l'équivalent endosmique de la gomme est dès lors illimité.

Si l'on filtre une solution de gomme, en employant la pression, à travers des membranes végétales (papier de riz, lames minces transversales de bois de sapin), le liquide qui passe au travers du filtre est beaucoup moins concentré que la solution primitive (1). La densité des liquides filtrés, quand on agit sur des liquides d'égale concentration, augmente en raison de la pression employée. Le liquide qui a traversé le filtre est d'autant plus inférieur en densité à la solution sur laquelle on avait agi, que celle-ci était plus concentrée.

La quantité de liquide qu'exsude une cellule, grâce à son contenu doué de facultés endosmiques, après avoir absorbé de l'eau jusqu'à la turgescence, est déterminée par trois facteurs : la puissance endosmique du contenu, la perméabilité de la membrane pour l'eau attirée par ce contenu, et l'aptitude de cette membrane à laisser filtrer une portion du contenu, par suite de l'absorption endosmique de l'eau sous une pression croissante. Dans toutes les membranes connues, la dernière de ces propriétés est très inférieure aux deux premières, circonstance d'où dépend le gonflement des cellules qui absorbent de l'eau, gonflement qui va quelquefois jusqu'à faire crever la membrane cellulaire. Pour que l'exsudation de liquide par la cellule soit appréciable, il faut, on le comprend d'avance, qu'une portion seulement de la cellule soit en contact avec l'eau extérieure, et il faut une disposition par l'effet de laquelle le liquide qu'exsudent les parties de la cellule non en contact avec l'eau vienne se ramasser. Une circonstance qui contribue à augmenter l'exsudation, c'est que les surfaces absorbante et exsudante soient entre elles en raison inverse de la capacité de la membrane pour l'endosmose et pour la filtration ; en d'autres termes, c'est que la portion excrétante des parois cellulaires soit plus étendue que la portion absorbante. Mais l'exsudation par les portions non absorbantes de la membrane cellulaire doit devenir encore plus considérable, lorsque la filtration, à travers la surface absorbante, rencontre des obstacles (tels qu'une épaisseur plus forte ou une perméabilité moindre dans ces portions de la membrane cellulaire amenée par une constitution chimique particulière ou surtout par le dépôt de couches cellulaires). Toutes ces conditions se rencontrent au plus haut degré dans la racine.

---

(1) Comme M. Wilib. Schmidt l'avait déjà reconnu pour le filtrage au travers des membranes animales. (*Poggend. Ann.*, vol. XCIX, p. 37.)

Les cellules des rayons médullaires de l'écorce interne de la racine, qui sont riches en fécule et en matières solubles, sont séparées de l'eau du sol par les couches cellulaires de l'écorce externe de la racine, dont le nombre ne dépasse pas cinq à huit ; le contenu de ces dernières se fait reconnaître à la manière dont il se comporte avec les réactifs, pour une solution faible de matières organiques. Il est naturel d'admettre que les membranes de ces dernières cellules, qui sont en train de se changer en substance subéreuse, notamment dans les parties un peu âgées de la racine, ne laissent que difficilement filtrer vers l'extérieur le liquide de l'intérieur de la plante. La Vigne contient beaucoup de matières solubles et hygroscopiques. Le bois de sa racine râpé fin, puis desséché à 40° c., jusqu'à ce que la dessiccation n'en diminue plus le poids, perd encore en matières solubles lorsqu'on le traite par l'eau froide : au commencement de février, au moins 8 pour 100 ; au milieu de mars, de 5,69 à 5,88 pour 100 ; au milieu de juin, 3,7 pour 100. Le dépôt de l'extrait desséché à une chaleur douce est fortement coloré en jaune d'or ; obtenu de branches de la racine coupées au printemps, il a une saveur purement et fortement sucrée, qu'on ne retrouve plus à celui qui a été obtenu au mois de juin. Il est en faible partie soluble dans l'eau, en majeure partie susceptible seulement de se gonfler dans ce liquide. Il ne montre que de faibles indices de la présence de l'azote. Les matières solubles qu'on obtient en traitant par l'eau le bois des parties aériennes de la Vigne sont en quantité un peu moindre que celles que donnent les racines coupées en même temps.

La tension à laquelle le liquide, versé par exsudation d'une cellule surabondamment remplie dans un espace adjacent et clos, dépend (toutes choses égales d'ailleurs) du rapport qui existe entre l'étendue de la surface absorbante et celle de la surface sécrétante. Sous ce rapport encore, la Vigne présente des conditions plus favorables qu'on ne pourrait les obtenir ailleurs artificiellement. En effet, la coupe transversale d'une racine de deux ans présente de cinquante à soixante rayons médullaires; de là un fragment de racine long de 10 millimètres et de 5 millimètres de rayon exsude du liquide par une surface de 6000 millimètres carrés, dans des espaces dont le contenu total ne peut être tout au plus que de 300 millimètres cubes. La séve, poussée en haut par les portions absorbantes des racines, rencontre partout, dans le bois, des tissus (les rayons médullaires) semblables à ceux qui ont déterminé son ascension, dont le contact doit accroître médiatement sa tension.

Au moyen d'appareils divers, j'ai cherché à reproduire des conditions approximativement analogues à celles qui existent dans les plantes : ainsi j'ai mis dans des récipients fermés (tubes de verre, dont les orifices étaient bouchés par des membranes végétales) des matières susceptibles d'endosmose, en rapport d'un côté avec l'eau, de l'autre avec des récipients ouverts ou fermés au moyen du mercure, dans lesquels cette cellule artificielle pouvait exsuder une portion du liquide qui ne restait pas dans son intérieur. J'avais eu le soin de disposer le tout de telle sorte que le liquide, émis par la cellule, eût à surmonter moins d'obstacles de ce dernier côté que dans son passage à travers les membranes, par l'intermédiaire desquelles l'appareil était mis en rapport avec l'eau. L'extrémité par laquelle l'eau pouvait être expulsée ne portait qu'une membrane simple; il y en avait, au contraire, plusieurs réunies à l'autre bout, ou bien j'y avais adapté un ou plusieurs tubes cylindriques et courts remplis d'eau pure, et fermés par des membranes de même nature. D'autres appareils du même genre ont été construits de telle sorte que la matière endosmiquement active se trouvait enfermé dans une petite poche formée d'un morceau de papier de riz; la cellule ainsi formée était posée sur la membrane qui fermait un tube de verre, plongeant dans l'eau.

Dans ces expériences, les surfaces, soit absorbantes, soit exsudantes, ne mesuraient que 42 millimètres carrés. On ne sera pas surpris que, dans de telles conditions, la quantité de liquide exsudé fut peu considérable, comparativement à celle qui provient, dans le même espace de temps, des racines d'une plante vivante. En remplissant la cellule active de l'appareil avec des solutions concentrées (de 10 pour 100 et au-dessus) de gomme arabique, j'obtenais une exsudation moyenne de $0^{gr},1$ par heure, et seulement d'environ $0^{gr},05$ par heure avec des solutions plus faibles (2 à 3 pour 100). Le liquide exsudé restait au-dessous du liquide exsudant, quant au degré de concentration, de 2 ou 3 pour 100 dans les premiers cas, de 0,5 à 1,5 pour 100 dans les derniers. Un manomètre adapté à des appareils de ce genre montait lentement, mais constamment. La plus grande hauteur à laquelle j'aie vu arriver la colonne mercurielle a été de $0^{m},092$. Au voisinage de ce point, il a fallu toujours arrêter l'expérience, parce que les membranes qui fermaient l'appareil du côté de l'eau extérieure commençaient à se décomposer, et ne donnaient plus une occlusion parfaite.

Ces expériences sont insuffisantes pour expliquer le phénomène de l'ascension de la séve, non pas à cause de la faible hauteur à laquelle la colonne mercurielle a été élevée, car elle se serait certainement élevée beaucoup plus haut, si l'on avait pu conserver les membranes un plus grand nombre de jours, mais parce que le liquide exsudé était une solution de gomme beaucoup trop concentrée pour être comparée à la séve qui coule des parties des plantes qui ont été coupées.

Les résultats sont tout à fait différents, lorsqu'on remplit l'appareil avec des matières qui se gonflent en absorbant de l'eau sans s'y dissoudre, comme avec la pectine ou la gomme adragante. Lorsqu'on emploie la pectine aussi pure que possible, l'action est lente ; mais elle est considérablement accélérée par une faible addition de gomme. Alors le liquide exsudé égale en quantité celui qu'émettent les solutions de gomme, et il soulève la colonne mercurielle avec la même énergie. Il en est de même pour la gomme adragante. Le liquide sécrété est une solution extrêmement affaiblie de matières végétales ; par la dessiccation, il ne laisse que 0,1 à 0,2 pour 100 de son poids en substances solides.

Il est ainsi démontré qu'une matière parfaitement analogue par ses propriétés physiques à celle que contient en quantité la racine de la Vigne, surtout en ce qui concerne la manière dont elle se comporte avec l'eau et les membranes homogènes, produit des actions comparables à l'ascension de la séve, lorsqu'elle se trouve dans des rapports correspondants à ceux avec lesquels elle existe à l'intérieur des racines vivantes.

DES

FORMATIONS VÉSICULAIRES

DANS LES CELLULES VÉGÉTALES,

Par M. Aug. TRÉCUL.

I. — Du nucléus et de la vésicule nucléaire.

Le nucléus des cellules végétales n'est réellement connu que depuis la publication, en 1833, du travail de l'illustre Robert Brown : *Sur les organes et le mode de fécondation dans les Orchidées et les Asclépiadées* (1), où il signale son existence dans diverses familles de Monocotylédones et dans plusieurs plantes dicotylédonées. Toutefois il avait été indiqué dans une figure donnée par Meyen (*Phytot.*, pl. 3, fig. 9, *b*, *b*), qui le décrit comme une élévation verruqueuse de la membrane cellulaire. M. Bauer, qui l'a figuré dans les utricules stigmatiques du *Bletia Tankervilliæ*, semble le considérer comme visible seulement après la fécondation. Robert Brown le nomma *nucleus cellulæ*, et fit voir qu'il peut exister dans les utricules épidermiques et dans les cellules parenchymateuses, où il forme, dit-il, une sorte de petite aréole légèrement convexe, plus ou moins distinctement granulaire, insérée à la face interne de la membrane utriculaire, ou quelquefois vers le centre de la cellule.

Dans ce travail de R. Brown, on trouve le germe de la théorie de la multiplication des utricules par le nucléus ; car ce savant attribue la formation des grains de pollen à l'agrandissement et à la division subséquente du nucléus des utricules mères du pollen.

M. Schleiden (*Beitræge zur Phytogenesis*, etc., Müller's *Archiv*, 1838) étendit le rôle du nucléus (qu'il nomme *cytoblaste*) à

---

(1) *Transact. of the Linnean Soc. of London*, 1833, p. 710.

la formation de toutes les cellules. Suivant lui, le nucléole se forme le premier; il commence par un granule, autour duquel se montre bientôt le *cytoblaste*, qui paraît comme une coagulation granuleuse. Celui-ci croît ensuite. Aussitôt que ce cytoblaste a atteint toute sa grosseur, il s'élève de lui une vésicule fine et transparente : c'est la jeune cellule, qui d'abord se montre comme un segment de sphère très aplati, dont le côté plan est formé par le cytoblaste, et le côté convexe par la jeune cellule qui forme comme un verre de montre à sa surface. Cette vésicule se dilate et devient plus consistante ; ses parois sont formées d'une gelée, à l'exception du cytoblaste, qui néanmoins fait constamment partie de la paroi. Peu à peu toute la cellule s'accroît jusqu'au bord du cytoblaste, et devient bien vite si grande, qu'enfin ce dernier ne paraît plus que comme un petit corps enclavé dans une des parois latérales. Après l'accroissement de la cellule, on trouve le cytoblaste enchâssé dans sa paroi, et il reste dans cette position pendant toute la vie de celle-ci, à la formation de laquelle il a contribué. Quand les cellules dans lesquelles il se trouve ne sont pas destinées à un plus grand développement, il se dissout ou se résorbe, ou dans sa place même, ou après qu'il est tombé dans la cavité cellulaire comme un corps inutile. Aussitôt après sa résorption, commence la formation des dépôts secondaires sur la face interne des parois cellulaires.

M. Herm. Karsten n'admet point cette manière de considérer le nucléus. Dans son travail intitulé *De cella vitali* (Berlin, 1843), il dit à la page 72 : « L'évolution de la cellule ne dépend point de la formation antérieure d'un nucléus solide, mais elle naît d'un liquide homogène par une cause que les lois physiques ne peuvent expliquer. »

Suivant M. Unger (*Grundzüge der Anat. und Physiol.*, 1846, p. 36), le nucléus paraît surtout important comme porteur des combinaisons de protéine. C'est une vésicule à membrane mince, remplie d'une substance azotée, le plus souvent grenue, qui contient aussi un ou plusieurs nucléoles, dont la nature vésiculaire est douteuse (page 43). Dans le contenu homogène de la cellule mère se séparent d'abord des corpuscules ronds (nucléus, nucléoles), qui vraisemblablement représentent une substance azotée. Autour d'eux se dépose une couche de gelée, qui bientôt s'étend sous la forme d'une vésicule, et se sépare en totalité ou en partie du nucléus. La vésicule gélatineuse devient la membrane de la jeune cellule, et le nucléus reste ou attaché à la paroi, ou libre dans l'intérieur de la cellule, et disparaît dans les deux cas, après que celle-ci a atteint un plus haut degré de développement.

M. Nägeli (*Zeitschrift für wissensch. Bot.*, von Schleiden und C. Nägeli, Zürich, 1847) admet que le nucléus est une vésicule entourée d'une membrane dès son origine, bien qu'elle ne soit pas d'abord distincte. Il admet aussi qu'il se forme de deux manières : 1° libre dans le contenu de la cellule, 2° par division d'un nucléus mère. Dans le premier cas, « il paraît, dit-il page 103, que d'abord un nucléole se forme, qu'autour de lui une couche de mucus se dépose, et qu'à la surface de ce dernier naît la membrane de la vésicule nucléaire. » La formation par division aurait lieu de la manière suivante : Dans un nucléus mère qui contient deux nucléoles, le contenu se divise en deux parties, se dispose autour des deux nucléoles, puis se revêt d'une membrane. Les membranes des deux nouvelles vésicules nucléaires, appuyées en partie sur la paroi de la vésicule mère et en partie l'une contre l'autre, sont bientôt séparées par une cloison née de la vésicule mère.

M. Nägeli met en parallèle la cellule et le nucléus auxquels il trouve des propriétés communes, telles que le développement, par exemple, ainsi qu'on vient de le voir. Les nucléus finissent par dissolution, en conséquence de leur affaiblissement dû à la vieillesse, ou par multiplication.

Relativement au rôle que cet anatomiste attribue au nucléus dans la formation des cellules, quand il y prend part, voici comment ce savant le résume à la page 41 : « Il naît un nucléus qui *attire* une partie notable du contenu muqueux de la cellule mère, et s'en couvre entièrement ; sur la surface de ce contenu muqueux naît la membrane cellulaire. »

Dans la 3ᵉ édition de ses *Grundzüge* (1849), M. Schleiden a modifié son opinion sur l'origine du nucléus et sur la production des cellules qui la suit. Il admettait dans son travail de 1838 qu'un nucléole se développait, autour duquel se montrait plus tard le cytoblaste, qui apparaissait sous l'aspect d'une coagulation granuleuse. Quand ce cytoblaste avait atteint tout son développement, il s'élevait de sa surface une vésicule qui était la jeune cellule. Dans le présent ouvrage, il dit que le protoplasma se réunit en un corps plus ou moins arrondi, à la fin nettement circonscrit, le nucléus (cytoblaste), sur lequel se dépose une couche de protoplasma qui s'étend en vésicule, et forme l'enveloppe de la cellule; le tout s'entoure de bonne heure d'une paroi de cellulose. « C'est là, dit-il, ce qui paraît avoir lieu dans le sac et la vésicule embryonnaires. » Ailleurs, il en serait autrement (et ce passage semble attester que M. Schleiden n'a pas une grande confiance dans sa théorie, car il place le nucléus au second rang) : « Le contenu d'une cellule et l'enveloppe azotée inclusivement se divisent en deux portions, qui paraissent séparées par une zone claire, et autour de chaque portion se forme une paroi de cellulose. » Ainsi, voilà la cellule achevée, sans qu'il soit question du nucléus. Ce n'est qu'ensuite que M. Schleiden parle de ce dernier, qui alors, ou se divise, se dédouble, et devient le centre d'une portion formatrice du contenu cellulaire, ou disparaît, de manière qu'aussitôt après la naissance des deux nouvelles cellules, un nouveau nucléus se développe dans chacune d'elles. Évidemment ce dernier passage n'est pas clair; cela me paraît tenir à ce que M. Schleiden a entrevu une partie de la vérité, et qu'il n'a pas su concilier son observation avec la théorie.

M. W. Hofmeister (*Die Entstehung des Embryo der Phaner.*, Leipzig, 1849) dit à la page 11 : « Comme premier degré de formation des nucléus, j'ai trouvé partout où il me fut permis de remonter jusqu'à leur naissance, des *vésicules muqueuses* munies d'une fine membrane, sans formation solide (nucléole) à l'intérieur, dans la grande majorité des cas. Quand il existe des nucléoles, ils sont nés après le nucléus. » A la page 62, M. Hofmeister complète cette observation en disant que cette vésicule nucléaire commence, sans exception, par une goutte sphérique de mucus. Il dit, en outre (page 61), relativement à l'origine des cellules :

« Le nucléus naît avant la formation de la cellule. Une partie du contenu de celle-ci s'accumule autour de lui, se revêt d'une membrane extrêmement mince, de nature albumineuse, par laquelle est sécrétée la paroi de cellulose. »

D'après M. Hugo Mohl (*Die vegetabilische Zelle*, 1850), des masses de protoplasma, à limites indéterminées, et dont la densité croît vers l'intérieur, s'accumulent aux places où ils doivent apparaître. Plus tard, on remarque, surtout à l'aide de l'iode, au milieu de chaque masse, un corps globuleux, formé d'une substance granuleuse, lequel est homogène, comme le protoplasma environnant, et souvent très brillant : c'est un nucléus. Il se délimite bientôt nettement à l'extérieur, et contient dans son intérieur plusieurs granules ronds, bien circonscrits (les nucléoles). M. Mohl n'a pu s'assurer si l'aspect membraneux de la couche extérieure constitue réellement une membrane, ou s'il n'y a là qu'un accroissement de densité. Quant aux nucléoles, ils lui paraissent au commencement comme des grains solides, qui, plus tard, se creusent fréquemment en vésicules.

Dans la formation libre des cellules, deux ou quatre nucléus se forment dans chaque cellule, puis autour d'eux s'amasse une partie du protoplasma environnant : ce protoplasma n'est point nettement limité dans le principe ; mais plus tard, il s'entoure à l'extérieur par une utricule primordiale, dont la production est promptement suivie par celle d'une membrane de cellulose, qui enveloppe tout le contenu azoté. Quand la multiplication des cellules a lieu par la division des cellules mères, la naissance de nouveaux nucléus, ou la division de ceux qui existent précède l'apparition des cloisons.

Deux ans plus tard, en 1852, M. Schacht, dans son ouvrage intitulé *Die Pflanzenzelle*, s'exprime à peu près en ces termes : « De la substance granuleuse s'accumule sur la paroi interne de l'utricule pollinique ou du sac embryonnaire ; de gros globules, le plus souvent translucides (nucléoles?), naissent parmi cette substance granuleuse, puis des cytoblastes complets paraissent ; et enfin, autour de ceux-ci, se forme une pellicule mince, l'utricule primordiale, la membrane de la nouvelle cellule. » Il ajoute plus loin : « Où un nouveau nucléus naît se forme plus tard, peut-être par la naissance répétée d'une couche de protoplasma endurcie, une utricule primordiale autour de lui ; où un nucléus se divise, l'utricule primordiale se rompt en autant de parties qu'il y a de nucléus. » M. Schacht pense que la formation des nucléus par division est la plus commune, et qu'elle précède toujours la division de l'utricule primordiale.

On peut voir par ce qui précède que MM. Schleiden, Nägeli, Hofmeister, Unger, Mohl et Schacht, s'accordent pour admettre que, toutes les fois qu'il existe un nucléus, il naît avant la cellule, et que la membrane de celle-ci se forme à la surface d'une couche protoplasmique accumulée sur le nucléus, attirée par lui, suivant MM. Schleiden et Nägeli. Ils ne diffèrent qu'en ce que M. Schleiden, au moins dans son premier travail, MM. Schacht et Nägeli, prétendent que les nucléoles apparaissent avant le nucléus, tandis que M. Hofmeister assure qu'ils ne se développent qu'après. L'opinion de ces savants diffère encore en ce que les uns assurent que le nucléus existe dans toutes les cellules ; ce sont MM. Schleiden, Schacht et Unger. Ce dernier ajoute même (*Anat. und Phys.*, 1855) que « le nucléus est aussi nécessaire à la formation de la cellule que le protoplasma lui-même. » Cependant M. Unger, qui avait soutenu une opinion opposée, n'indique point en quoi consiste son utilité. Il ne paraît en juger que par la présence du nucléus, qu'il croit constante dans les cellules. M. Mohl, au contraire, croit que, chez les végétaux cellulaires, les Algues, la division des cellules arrive sans la formation antérieure d'un nucléus. M. Nägeli ne croit pas non plus à la généralité de l'existence du nucléus.

M. Th. Hartig (*Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeims*, etc. Leipzig, 1858) pense qu'un nucléus est indispensable à la formation de la cellule. Voici sa théorie : « Les cellules sont des corps vésiculiformes, composés de deux pellicules utriculaires contractiles minces, emboîtées l'une dans l'autre, et de deux liquides de sorte différente. L'un de ces liquides remplit la cavité interne de la cellule (c'est le contenu de la cellule des anatomistes) ; l'autre est placé entre les deux pellicules constituant la paroi utriculaire. » C'est, suivant M. Hartig, dans l'espace intermédiaire à ces deux pellicules, et non dans la cavité utriculaire proprement dite, qu'est situé le nucléus.

Celui-ci est composé d'une peau externe, de la substance nucléaire qui forme la masse principale, et du nucléole. Dans les gros nucléus, on reconnaît nettement que la substance nucléaire est composée de beaucoup de corpuscules comprimés, polyédriques, munis déjà d'une peau enveloppante.

La paroi utriculaire naît du nucléus de deux manières :

1° Sous la membrane du nucléus, c'est-à-dire dans son intérieur, un corpuscule de la substance nucléaire se développe en une vésicule séveuse (monophysalide) qui grandit avec la vésicule nucléaire originelle, qu'elle double en quelque sorte, de manière que tout le contenu primitif du nucléus se trouve réparti entre deux membranes. Ce sont ces deux pellicules qui constituent la membrane utriculaire ou le ptychode. Les autres corpuscules de la substance nucléaire, contenus entre ces deux enveloppes interne et externe, se transforment là en petites vésicules séveuses (microphysalides), desquelles naissent la chlorophylle granuleuse, l'amidon, l'aleurone, ou bien les corps de cellulose qui, par leur union, forment la paroi cellulaire ordinaire.

2° Dans le cas précédent, un seul corpuscule de la substance nucléaire se développe en vésicule séveuse qui double la paroi primitive du nucléus ; ailleurs, plusieurs corpuscules se développent en même temps dans le nucléus en grandes vésicules séveuses (macrophysalides) qui croissent avec lui, le remplissent, y forment un tissu cellulaire à parois minces. Ces vésicules, intimement unies, sont résorbées en partie. Il ne reste de chacune d'elles que le côté adjacent à la vésicule nucléaire originelle, et c'est la réunion de toutes ces portions de vésicules qui produit la membrane interne de la paroi cellulaire. Comme dans le cas précédent, les corpuscules non développés en macrophysalides, et interposés entre les deux membranes du ptychode, se changent en grains de chlorophylle, d'amidon, etc. ; ou bien ils y donnent naissance par leur accroissement, leur multiplication par division, et leur union ultérieure, aux couches de cellulose disposées concentriquement, ponctuées, réticulées, rayées ou en spirales ; mais avant leur solidification, un nouveau nucléus est né entre les deux membranes, dans un refoulement tourné vers la cavité interne de la cellule mère. Il suit le même mode de développement qu'elle, et donne à son tour naissance à un autre nucléus.

Voilà assurément une théorie bien singulière; elle a pris naissance dans des faits analogues à ceux qui ont conduit M. Schleiden à penser que le nucléus est enfermé dans l'épaisseur de la paroi cellulaire, dans une duplicature de cette membrane. Il est bien certain que M. Schleiden a vu le nucléus, et M. Hartig la chlorophylle et l'amidon que celle-ci renferme, etc., entre deux pellicules minces, qu'à première vue on est porté à considérer comme le dédoublement d'une même membrane, ainsi que l'a cru M. Schleiden; mais quand on remonte à l'origine des choses, on voit ce qu'a très bien aperçu M. Hartig, et ce qu'il n'a pas bien interprété (1). On voit très souvent, principalement dans les fruits pulpeux et en particulier dans la baie du *Lycopersicum esculentum* encore verte, le phénomène dont je viens de parler; si la baie est rouge déjà, ce sont des globules ou vésicules de cette couleur que l'on trouvera à la place de la chlorophylle amylacée. Dans le fruit du *Solanum nigrum*, on verra une sorte de vacuole, une vésicule fausse vacuole contenant un liquide homogène, incolore ou rose, naître dans la cellule mère. D'abord fort petite, elle grandit en refoulant graduellement tout le contenu de la cellule, de manière que lorsqu'elle a atteint la périphérie de cette cellule, tout le protoplasma et les grains de chlorophylle amylacés, ainsi que le nucléus qu'il contient, sont répartis au pourtour de l'utricule entre la paroi cellulaire proprement dite, et la pellicule interne qui limite la vésicule fausse vacuole colorée ou incolore.

D'autres fois le phénomène se montre sous un aspect un peu différent. Les jeunes cellules sont remplies de protoplasma, qui, ne pouvant les suivre dans leur extension, se retire en plus grande quantité sur une partie plus ou moins étendue de la paroi cellulaire.

---

(1) On verra plus loin que des vésicules contenant des matières colorantes et de l'amidon peuvent naître de l'utricule primordiale ou utricule protoplasmique, dans son épaisseur; mais ce n'est jamais le cas pour le nucléus. (NOTE DE L'AUTEUR.)

Ce protoplasma se revêt parfois d'une pellicule qui couvre le nucléus et aussi la chlorophylle, quand elle existe ou qu'il s'en développe. C'est cette pellicule que M. Schleiden a prise pour un dédoublement de la membrane de l'utricule.

Quant au second mode de formation de la double membrane utriculaire décrit par M. Hartig, il est fondé sur les faits suivants qui ont été, d'une part exagérés, d'autre part incomplétement observés par cet anatomiste. On voit, en effet, souvent naître dans une même cellule plusieurs vésicules au milieu du contenu de cette cellule. Il s'en forme quelquefois un grand nombre, mais quelques-unes seulement prennent beaucoup d'accroissement ; les autres sont refoulées avec le nucléus et la chlorophylle, s'il y en a, vers le pourtour de la cellule ou entre ces vésicules, où elles sont ordinairement résorbées, quand toutefois la paroi de la cellule mère ne disparaît pas elle-même par dissolution ; car alors les vésicules, le nucléus, etc., se trouvent libres, et peuvent devenir eux-mêmes de véritables cellules, ainsi que je le dirai dans une autre partie de ce travail.

A cela se réduisent les faits. Pour ce qui est de l'union des vésicules entre elles, afin de concourir à la formation de la membrane interne de la paroi cellulaire, je pense qu'il serait très difficile à M. Hartig d'en montrer des exemples.

Je ne crois pas nécessaire de discuter ici l'opinion que M. Hartig émet sur l'origine des couches de cellulose. Elle n'a pas pour elle, je ne dirai pas le moindre fait, mais la moindre apparence. Je me bornerai à faire remarquer l'analogie qui existe entre cette idée et la théorie de M. Raspail, qui considère la membrane cellulaire *comme formée de granules intimement unis*, mais si petits, qu'ils sont invisibles.

Après avoir exposé succinctement les principales opinions émises jusqu'à ce jour sur la nature, l'origine et les fonctions du nucléus, je vais aborder la description de mes propres observations.

En commençant ce travail, je me suis proposé pour but de faire connaître le résultat de mes études sur les formations vésiculaires en général, et de traiter avec plus de détail l'histoire de la vésicule amylacée. Ce n'est donc point une histoire aussi complète que possible du nucléus que j'ai l'intention de présenter ici. En débutant, j'avais surtout pour objet de signaler les propriétés de la vésicule nucléaire sans m'étendre sur son origine ; mais en avançant dans ma rédaction, je me suis aperçu que, pour être clair, il fallait entrer dans un peu plus de détails que je ne le désirais d'abord, et surtout qu'il était indispensable de donner un résumé historique des travaux antérieurs au mien, afin de faire ressortir ce qu'il peut offrir de nouveau, et les points sur lesquels il peut jeter quelque lumière. Un des points sur lesquels j'appelle l'attention des anatomistes, c'est l'interprétation des premiers phénomènes susceptibles d'être observés dans les jeunes cellules, c'est-à-dire sur l'origine du nucléus. Quelque confiance que j'aie dans l'explication que je donne de ces phénomènes, je me réserve d'y revenir avec plus de détail pour ce qui concerne la naissance du nucléus qui précède la formation des grains de pollen, dans un travail spécial sur la multiplication utriculaire.

En cherchant à remonter à l'origine de la vésicule nucléaire, j'ai été conduit à me demander si ce que l'on appelle *nucléus*, dans tous les cas observés, représente une même chose, ou, si l'on veut, un des états de cette vésicule nucléaire que l'on rencontre dans beaucoup de cellules, ou si de fausses analogies, tirées surtout de la situation des objets dans la cellule, n'ont pas porté à confondre des choses distinctes. Je me suis demandé si ces petites vésicules nucléaires, que l'on observe dans les utricules mères du pollen de beaucoup de plantes et dans les cellules ordinaires, sont bien de nature identique avec celle de ces gros corps globuloïdes ou irréguliers, homogènes, souvent jaunâtres (pl. 7, fig. 1, 2, 3, 4, 20, 21, 22, en *n*), et chez lesquels il n'existe pas de membrane, corps que l'on observe au début de beaucoup de cellules, et que l'on appelle aussi *nucléus*. Bien que je reconnaisse que les vésicules nucléaires ont très souvent pour origine cette substance centrale jaunâtre, je crois cependant qu'il faut bien l'en distinguer, parce qu'à l'état de vésicule elle constitue un organe tout à fait différent. Quand cette matière centrale n'a pas pris encore la forme vésiculaire, elle ne peut être considérée comme identique avec ces petits corps globuleux ou lenticulaires que je représente planche 1, figure 8, 19, *n*, et qui sont déjà les rudiments des vésicules. Ces gros corps de forme souvent un peu irrégulière, contenus dans les cellules des tissus en voie de multiplication par le mode de reproduction le plus ordinairement décrit, ne sont qu'une partie du protoplasma imparfait en état d'élaboration, et qui passe à la circonférence de la cavité cellulaire, à mesure qu'il devient propre à la formation des éléments qui doivent constituer les premières membranes des cellules nouvelles; c'est parce qu'il est encore inapte à prendre part aux phénomènes qui s'accomplissent à la périphérie, qu'il est placé au centre de la cellule. La membrane, dont on le retrouve revêtu plus tard, n'apparaît que lorsque cette élaboration protoplasmique spéciale cesse, et très souvent après que la jeune cellule a commencé à s'étendre. Si, dans les utricules mères du pollen, la vésicule nucléaire naît souvent plus tôt qu'ailleurs, c'est selon toute probabilité que la sécrétion, dont cette vésicule est le siége, est nécessaire dans ces utricules spéciales à une époque plus précoce que dans les cellules ordinaires. Je ferai remarquer que ce noyau dépourvu de membrane, présentant l'aspect que je viens de décrire, se rencontre surtout dans les tissus de l'extrémité des jeunes tiges ou des jeunes racines, et presque partout où la multiplication des cellules est très considérable et très prompte. Là où, par conséquent, le protoplasma qui fournit la matière propre à la production des membranes cellulaires subit le plus vite des changements dans sa composition. On a dû remarquer qu'à l'époque de cette grande multiplication utriculaire, la substance centrale et le protoplasma périphérique ne sont pas nettement délimités. C'est à cause du prompt épuisement du protoplasma élaboré que, dans ces circonstances, la matière d'apparence nucléaire remplit presque complétement les jeunes cellules. Le protoplasma périphérique n'a pas le temps de se reproduire en grande quantité. Il paraît d'ailleurs très rationnel que ce soit au centre que se forme ce qui se consomme à la circonférence.

Quand la multiplication utriculaire est plus lente, ou quand le protoplasma se reproduit avec plus de rapidité, la différence entre le protoplasma périphérique et celui du centre est moins grande.

C'est pour cela probablement que, dans beaucoup de cellules, on ne trouve pas de noyau protoplasmique. Ce qui se passe ensuite dans ces dernières cellules prouve que la vésicule nucléaire est de nature toute différente de celle du noyau protoplasmique dont il vient d'être question ; en effet, quand le protoplasma est homogène dans les jeunes cellules (par homogène, je veux dire quand il n'y a pas ces deux substances centrale et périphérique si différentes en apparence), ce protoplasma se répartit plus ou moins également à la circonférence de la cellule, quand elle commence à s'étendre. Si le protoplasma n'est pas également distribué autour de la cellule, s'il est accumulé en plus grande quantité sur un point, ce protoplasma peut se revêtir d'une membrane en prenant peu à peu la forme globuleuse (pl. 1, fig. 6, *b*, *c*, *d*, *n*) ; il devient dans ce cas une vésicule nucléaire ; ou bien si le petit amas tout entier ne se change pas en nucléus, il produit quelquefois dans son intérieur un corps globuleux ou lenticulaire, qui devient aussi une vésicule comme la précédente : mais le plus souvent, quand la vésicule nucléaire est ainsi enveloppée par le protoplasma périphérique, c'est qu'elle tire son origine du noyau de protoplasma central, qui se couvre alors d'une membrane.

Après les faits que je viens de signaler comme m'ayant suggéré l'idée de cette manière de considérer le noyau cellulaire central non revêtu de membrane, j'en citerai un qui me paraît très apte à servir de démonstration. Je veux parler de ce qui se passe pendant la formation du pollen du *Tradescantia virginica.*

Quand on fait une coupe transversale d'une très jeune anthère ou même de la tige, on trouve surtout dans les cellules de l'épiderme de celle-ci ou du parenchyme périphérique de l'anthère, si les cellules sont jeunes encore, qu'elles sont complétement remplies de deux matières nettement séparées : l'une, centrale, forme un gros corps globuleux, d'abord homogène, granuleux dans un âge un peu plus avancé ; l'autre, périphérique, est plus longtemps homogène que celle du centre. Quand la cellule vient à grandir, la matière périphérique reste adhérente à la paroi cellulaire sous la forme d'une couche irrégulière, et entraîne avec elle le corps central qui est le nucléus de Robert Brown. On le trouve souvent muni d'une membrane ; mais si l'on examine des tiges ou des anthères plus jeunes, des tiges au moment de leur plus grand accroissement, par exemple, on le voit tout à fait dépourvu de membrane et se confondre avec le protoplasma périphérique. Un tel état de choses existe dans les utricules mères du pollen. Là ce noyau ne m'est point apparu entouré d'une membrane ; il ressemble à une masse globuloïde d'une matière jaunâtre, d'abord homogène, qui devient granuleuse en avançant en âge (pl. 11, fig. 50, *n*). Un peu avant le moment où l'utricule mère du pollen va se partager en deux pour la première fois, il se divise en petites masses le plus souvent elliptiques ou globuloïdes, au nombre d'une douzaine ou plus environ (pl. 11, fig. 51, *n*). Ces petites masses occupent d'abord le centre de la cellule comme le noyau unique primitif. Cependant le protoplasma homogène est devenu lui-même finement granuleux. A cette époque, un déplacement très remarquable s'opère dans le contenu de la cellule. Les petites masses centrales résultant de la division du noyau se séparent en deux groupes qui se portent chacun sur un point opposé de l'utricule (pl. 11, fig. 52, *n*, *n*), de manière que le protoplasma, qui était uniformément réparti tout autour de la cellule, se trouve alors occuper en plus grande partie le centre de la cellule, c'est-à-dire qu'il est interposé entre les deux groupes de la substance nucléaire, ainsi que l'indiquent les figures 52, 54, *p*, planche 11. Peu après le partage de ces petites masses en deux groupes, celles qui appartiennent à un même groupe se réunissent en plusieurs masses plus grosses, qui elles-mêmes finissent par se fondre en une seule (pl. 11, fig. 54, 55, 56, *n*). On a donc alors dans chaque moitié de l'utricule pollinique un gros noyau jaunâtre, souvent irrégulier, comme l'indiquent ces figures. Ces deux noyaux sont séparés l'un de l'autre par le protoplasma incolore et finement granuleux. Ces diverses modifications suffisent déjà pour indiquer le but de ces changements successifs ; mais bientôt ce but se fait reconnaître d'une manière indubitable, quand on voit le protoplasma médian se diviser en deux parties, suivant le diamètre de la cellule (pl. 11, fig. 55, 56, *p*,*p*). Le contenu de cette cellule est en ce moment partagé en deux moitiés, entre lesquelles naît une membrane qui paraît souvent simple dans le principe, mais que l'on voit aussi parfois double (pl. 11, fig. 57, *c*). L'accumulation du protoplasma parfait suivant le diamètre de la cellule, le protoplasma imparfait refoulé au contraire loin de ce plan, avaient donc pour objet la formation de cette cloison membraneuse, la division de la cellule.

Cette cloison est intimement unie à la paroi de la cellule mère. Un peu plus tard, quand elle est simple, on la voit se doubler de chaque côte par une membrane qui est aussi en connexion intime avec cette cellule mère (pl. 11, fig. 58 et 59, *c*), comme si elle la doublait en s'incorporant à elle, en se fondant avec elle sur le pourtour intérieur correspondant à chaque moitié. On a donc à cette époque deux cellules secondaires, ayant chacune un gros noyau globuloïde ou elliptique, un peu déprimé d'un côté, à surface régulière ou irrégulière, et un protoplasma granuleux.

Pour que la cellule se divise de nouveau, il faut que le noyau qui occupe la partie moyenne, et souvent la plus grande partie de la cavité, se partage aussi. Il se divise (pl. 11, fig. 58, *n*, *n*) non pas parce qu'il régit la formation des cellules nouvelles, ainsi que le pensent la plupart des anatomistes, mais parce que tout le contenu de la cellule mère doit nécessairement être réparti entre les deux utricules nouvelles. Le noyau se divise donc de nouveau, mais alors seulement en deux parties, de même que cela a lieu, du reste, quelquefois dans les cellules mères (pl. 11, fig. 53, *n*, *n*), c'est-à-dire qu'il ne se réduit pas préalablement en petites masses ovoïdes ou elliptiques, comme nous l'avons vu plus haut. Le protoplasma, qui sépare les deux nouveaux noyaux après leur formation, produit une cloison perpendiculaire à la première, et l'on a quatre cellules filles dans l'intérieur de la cellule mère. La membrane de cette utricule mère, qui paraissait simple au moment de la formation de ces cloisons et unie avec elles, semble se dédoubler par l'isolement des utricules filles, dont les parois constituaient les cloisons et doublaient l'utricule mère (pl. 11, fig. 60). Celle-ci devenant inutile est résorbée, et les quatre utricules filles ou grains de pollen se trouvent libres.

Les phénomènes que je viens de décrire ont été aperçus en partie par M. W. Hofmeister, qui a remarqué les petites masses secondaires de la substance nucléaire; mais cet anatomiste considère la formation de ces petites masses, que M. Nägeli, d'un autre côté, appelle des nucléoles, comme des accidents résultant de l'introduction de l'eau, qui précipiterait la matière albumineuse en la coagulant. Il n'y a évidemment là rien qui ressemble à une coagulation, ni à un précipité. Les masses partielles sont très nettes, et leur substance présente absolument le même aspect que celui du noyau primitif et des noyaux qui en naissent plus tard. D'ailleurs, la distribution de tout le contenu de la cellule, c'est-à-dire des matières d'aspect différent que celle-ci renferme, est si bien en harmonie avec les phénomènes qui doivent présider à la division des cellules en général, qu'il est impossible de les considérer comme des accidents. Si M. Hofmeister s'est arrêté à cette conclusion, c'est évidemment parce qu'il n'a pas saisi tous ces rapports, et parce qu'il avait là sous les yeux des phénomènes en apparence exceptionnels. Il paraît donc bien certain d'après cela que le nucléus ne régit point la formation des cellules, que ce n'est point lui qui attire le protoplasma, comme l'ont pensé MM. Schleiden et Nägeli. Si les anatomistes ont attribué une si grande importance au nucléus, c'est qu'ils ont cru pour la plupart à son existence constante dans les cellules. De cette constance, ils ont donc déduit son importance. Aucun n'a donné une raison plus sérieuse; je veux dire qu'aucun n'a cherché à expliquer cette importance.

En résumé, le noyau primitif n'est, suivant moi, qu'une partie du protoplasma en voie d'élaboration ; il ne concourt à la formation des cellules nouvelles qu'indirectement, en fournissant au protoplasma proprement dit les éléments qui lui manquent, à mesure qu'il les perd dans la génération des cellules. Ce noyau protoplasmique primitif ne donne point naissance à la membrane cellulaire, comme l'a cru d'abord M. Schleiden, et comme le croit encore M. Hartig. Mais quand les jeunes cellules qui renferment un tel noyau viennent à grandir, leur protoplasma, ai-je dit déjà, se répartit à leur pourtour interne, en une couche très inégale ordinairement. Si le noyau dont je viens de parler existe, il est entraîné par ce protoplasma, et fixé par lui à la paroi utriculaire où il acquiert de nouveaux caractères, et se prépare ainsi à remplir des fonctions nouvelles après être devenu vésiculaire.

Ainsi le nucléus pariétal, que l'on observe dans les cellules, peut avoir deux origines différentes : ou il naît du noyau protoplasmique central primitif; ou, quand celui-ci n'existe pas, il peut résulter d'un amas de protoplasma proprement dit qui se revêt d'une membrane en s'arrondissant peu à peu (pl. 1, fig. 6, *b*, *c*, *d*, *n*); ou bien encore d'une petite masse ou globule née dans l'intérieur de cet amas de protoplasma, de même qu'il en naît d'épars dans certaines cellules, ainsi que je le décrirai plus tard.

Quand le nucléus se développe dans la couche périphérique, il est souvent très déprimé dans le principe (pl. 1, fig. 8, *n*; pl. 8, fig. 37, *n*); mais de lenticulaire, il devient bientôt hémisphérique, et peu à peu se rapproche de la forme globuleuse (pl. 1, fig. 9, *n*; pl. 8, fig. 38, *n*). Pendant ce développement sa substance a changé d'aspect; une membrane s'est dessinée à sa surface, et des granules sont apparus dans son intérieur. Cette membrane semble n'être qu'une portion de sa substance homogène primitive qui serait restée solide, tandis que le reste de sa substance serait devenu liquide et granuleux.

Le nucléole est très souvent apparent déjà quand le reste de la substance du nucléus est encore homogène. Il y a quelquefois deux nucléoles, d'autres fois plusieurs dans le même nucléus, et ces nucléoles montrent déjà assez souvent de très bonne heure leurs nucléolules. Dans ce cas, quand il y a deux nucléoles dans le même nucléus, il peut arriver que l'un d'eux offre un seul nucléolule, tandis que l'autre en a deux (pl. 1, fig. 37, *n'*, *n'*). De tels nucléoles sont assez fréquents dans les cellules des jeunes cotylédons du *Pisum sativum*. Dans cette plante, quand le nucléole offre deux nucléolules, ceux-ci se présentent comme deux petites cavités dans la substance homogène et peu abondante, au reste, du nucléole (pl. 1, fig. 21, 22, *n*, 31, *n''*, 37, *n'*). Mais quand le nucléole, suivant l'agrandissement du nucléus, qui est souvent considérable, comme nous le verrons bientôt, vient à s'étendre, quand, d'elliptique qu'il est d'abord (pl. 1, fig. 21, etc.), il arrive à former une vésicule globuleuse, ses deux nucléolules, dont on n'apercevait pas d'abord les parois propres, se montrent alors comme deux petites vésicules nageant librement dans la vésicule mère (pl. 1, fig. 30, 37, *n'*). Quand une cellule renferme deux nucléus, et que ces nucléus ont chacun deux nucléoles, l'un de ceux-ci peut avoir deux nucléolules et l'autre un seul. Alors ces quatre nucléoles sont disposés symétriquement dans les nucléus, de manière que le nucléolule double de l'un est opposé au nucléolule double de l'autre, tandis que les nucléoles simples sont plus éloignés l'un de l'autre, comme l'indique la figure 37, planche 1.

Dans certains végétaux, plusieurs nucléoles naissent isolés et successivement dans le même nucléus, ou plusieurs nucléus naissent les uns après les autres dans la même cellule. Les cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum* (pl. 1, fig. 16, 17, 18) et celles du *Zea Mays* (fig. 19, *E*, *F*, *G*, etc.) en offrent de beaux exemples. Je reviendrai plus tard sur ce sujet en parlant de la multiplication des utricules par la vésicule nucléaire.

Examinons d'abord les propriétés de celle-ci; elles nous feront voir en elle déjà un analogue, une miniature de la cellule. Je dis une miniature, parce qu'étant toujours renfermée dans la cellule, la vésicule nucléaire est toujours beaucoup plus petite qu'elle dans une plante donnée, ou seulement dans une partie déterminée du végétal; car, de même que la dimension de la cellule varie beaucoup dans les diverses parties d'une plante ou dans les différentes plantes, de même aussi le volume de la vésicule nucléaire peut varier beaucoup dans différents organes ou dans des végétaux divers. Cette vésicule est assez petite dans les figures 6 *n*, 9 *n*, 10 *n*, planche 1, où elle n'a guère que 0,007 à 0,008 de millimètre, et il y en a de beaucoup plus petites; elle est un peu plus grande dans les cellules de l'embryon du *Pisum sativum*, où elle a environ 0,01 à 0,0175 ordinairement, mais elle peut avoir beaucoup plus après son développement ultérieur (pl. 1, fig. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27); elle est plus volumineuse encore dans l'albumen de l'*Arum italicum* (pl. 8, fig. 25, 28, 32, 35, *n*); enfin dans celui du *Tradescantia virginica*, elle acquiert une dimension plus considérable encore (pl. 8, fig. 40). J'en ai mesuré dans l'*Arum italicum* qui n'avaient pas moins de 0,03 de millimètre, la dimension d'une assez grande cellule, et pourtant il en existe de plus volumineuses encore dans certaines espèces d'*Allium*.

Son contenu, de même que celui de la cellule, varie beaucoup aussi par sa nature ; tantôt il paraît, au moins à une certaine période de son existence, ne contenir, outre le nucléole, qu'un liquide absolument homogène et limpide, en apparence de peu de densité. Telle est la vésicule nucléaire de l'albumen du *Phytolacca esculenta*, au moins à une certaine époque de sa vie (pl. 7, fig. 27, 29, 33, *n*). D'autres fois ce contenu ressemble au protoplasma proprement dit des cellules ordinaires : il est un peu opalin, plus ou moins finement granuleux ; il jaunit de même sous l'influence de l'iode. Quand il est granuleux, ses grains peuvent être d'inégale grosseur, ou bien ils sont tous égaux, et semblent même exister presque seuls dans la cavité de la vésicule. On peut les trouver à ce dernier état dans les cellules parenchymateuses du péricarpe du *Tradescantia subaspera*. Alors tous jaunissent le plus souvent par l'iode ; cependant j'ai trouvé des nucléus, dont tous les grains prenaient une belle teinte indigo sous l'influence de ce réactif. J'ai observé la même chose et plus régulièrement dans les cellules de l'albumen de l'*Emex spinosus*. Ailleurs les globules, ou au moins certains globules, ont l'aspect de gouttelettes oléagineuses. On remarque aussi dans certains nucléus d'autres gouttelettes très fluides, moins denses que le reste du contenu, et qui, vues de côté, quand elles sont à la périphérie de la vésicule, simulent des échancrures si la membrane enveloppante est très mince. C'est là ce que j'ai représenté planche 8, figure 32 en *ee*. J'ai vu souvent dans les nucléus de l'*Arum italicum* ces gouttelettes se déplacer, et changer de forme sous mes yeux. Ce ne sont donc pas des nucléoles comme on aurait pu le croire.

Le contenu des vésicules nucléaires est aussi diversement coloré ; il est fréquemment jaune, jaune verdâtre ou vert dans la jeunesse, dans les feuilles du *Magnolia grandiflora*, dans les très jeunes fruits du *Physalis Alkekengi*, etc.

Dans les cellules de la baie du *Solanum nigrum*, j'ai trouvé des vésicules nucléaires d'un bleu foncé (pl. 4, fig. 23, *n*) ; dans les cellules du périgone, chez les *Tradescantia*, ou du fruit du *Sola-*

num guineense, ou bien encore du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis*, le nucléus vésiculaire est souvent coloré en rose; un peu plus tard il passe au violet, et enfin il devient bleu intense. On observe souvent cette coloration du nucléus dans des cellules qui sont entièrement incolores. Ce qui prouve que c'est à ses propres sécrétions que le nucléus doit ces couleurs variées. Il sécrète donc de la chlorophylle, d'autres matières colorantes, de l'amidon, des liquides d'aspect oléagineux, etc.

Cette propriété qu'il possède de produire de l'amidon dans son intérieur fut annoncée par M. Karl Müller en 1845, qui l'observa dans le *Chara crinita*, et qui édifia sur ce fait une théorie de la formation de l'amidon, dont j'indiquerai plus loin l'inexactitude comme principe général. Je me bornerai à dire ici que M. Müller résume son observation en disant que « les cytoblastes sont ce qui se transforme en amidon. » M. Quekett, reprenant en 1846 les observations de M. Müller, admet qu'il y a deux modes de formation de l'amidon en connexion avec le nucléus : dans l'un, l'amidon se forme autour du nucléus; dans l'autre, il est produit à l'intérieur de la vésicule nucléaire.

Cette vésicule nucléaire, vivant dans la cellule, doit donc prendre à celle-ci les substances nutritives qui lui sont nécessaires; elle les élabore et les transforme en ces diverses substances. Mais si le nucléus emprunte à la cellule les éléments de sa nutrition, propres à son accroissement, à ses productions particulières, il lui rend aussi quelque chose; car évidemment le nucléus excrète, rejette dans les cellules certains matériaux, que celle-ci utilise à son tour dans la formation de la chlorophylle, de l'amidon, et probablement aussi de plusieurs autres principes.

On remarque souvent autour du nucléus un nuage de corpuscules qui donne l'idée d'une telle excrétion, et que M. Nägeli toutefois a interprété autrement ; car il dit, à la page 41 de son *Zeitschrift* de 1847, que beaucoup de faits viennent appuyer l'*idée de la force attractive que le nucléus exerce sur le contenu de la cellule;* et l'indice sur lequel il s'appuie, c'est que, « dans presque toutes les cellules où existe un nucléus, une partie du contenu de la cellule mère s'amasse à sa surface. » M. Quekett paraît avoir mieux compris ce phénomène, et après lui M. A. Gris, qui malheureusement en a exagéré les conséquences, en admettant que toute la chlorophylle, quelle que soit sa position dans la cellule, est un produit du nucléus. Je signalerai, en parlant de la chlorophylle, ce qu'il y a d'erroné dans cette assertion.

Bien que la faculté excrétante soit très évidente pour moi, et j'indiquerai tout à l'heure son mécanisme, je dois désigner cependant une cause de méprise contre laquelle il faut se prémunir. C'est que, dans beaucoup de cas, la chlorophylle et l'amidon qui sont autour du nucléus naissent du protoplasma qui entoure fréquemment celui-ci dans la jeunesse. Alors le nucléus paraît seulement concourir à leur nutrition.

Je citerai une plante chez laquelle j'ai vu, avec la plus grande précision, les matières excrétées passant à travers la vésicule nucléaire. Cette plante est le *Vanilla planifolia*. Les cellules de l'albumen de ce végétal renferment fréquemment deux nucléus, qui d'ordinaire sont inégalement développés. L'un est déjà quelquefois très avancé, quand l'autre est encore très petit (pl. 6, fig. 43, *a*, *b*, *c*, *d*) ; celui-ci peut ne former encore qu'un globule homogène, quand l'autre est déjà une vésicule relativement très volumineuse, entourée de corpuscules qu'il a rejetés dans la cavité cellulaire. Ce nucléus peut se détacher de très bonne heure de la paroi de la cellule, ou y adhérer plus longtemps ; on le trouve quelquefois encore fixé au côté de la cellule, quand il a déjà la forme vésiculaire nettement accusée, et que sa fonction d'organe excréteur a commencé. La figure 43, en *e*, en représente un à cet état, qui est fixé à la paroi utriculaire par un pédicule court et épais ; c'est là un cas assez fréquent. Enfin le nucléus se détache tout à fait, et nage librement dans la cellule. Très souvent aussi il reste adhérent à la paroi, comme le montrent les figures 44 et 45 de la planche 6, pendant la production des grains de chlorophylle ou d'amidon.

Voici ce que l'on observe dans ce nucléus du *Vanilla planifolia :* Quand il commence à devenir vésiculeux, on remarque autour de lui un grand nombre de corpuscules très ténus qui semblent en être émanés (pl. 6, fig. 43, *e*). On est convaincu qu'ils en sortent en examinant des nucléus de divers âges ; car, à la surface interne de quelques-uns, la membrane est revêtue de petits hémisphères (pl. 6, fig. 43, *d*) qui, chez d'autres nucléus, sont remplacés par des sphérules (fig. 43, *b*). Un examen attentif fait découvrir que ces sphérules font saillie à l'intérieur et à l'extérieur de la vésicule nucléaire. Comme elles sont transparentes, on s'aperçoit qu'elles sont traversées par la membrane de cette vésicule, en sorte qu'elles ressemblent à des gouttelettes qui filtrent à travers cette pellicule. Un peu plus tard, il y a des espaces libres sur la membrane (fig. 43, *b*), et au dehors, auprès de ces espaces, sont des gouttelettes ou globules qui les ont abandonnés, et qui se dispersent dans la cavité cellulaire. Cette excrétion ne peut donc être révoquée en doute après cette observation. Sur d'autres nucléus, ordinairement adhérents à la paroi cellulaire, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, des globules qui couvrent le nucléus se colorent en vert dans les cellules voisines de la périphérie de la tige, tandis qu'ils restent incolores dans les utricules plus rapprochées du centre. Ces grains, d'abord simples, deviennent composés, et c'est alors seulement qu'ils s'éloignent du nucléus. Les grains verts et les grains blancs se colorent en bleu sous l'influence de l'iode.

Je citerai encore un exemple qui montre un type différent du précédent ; il m'a été offert par un très jeune fruit du *Physalis Alkekengi*, observé seulement quelques jours après la fécondation. Dans les cellules du placenta et dans celles du péricarpe, il y avait des nucléus à divers degrés de développement : les uns étaient encore hémisphériques, ou ovoïdes, ou globuleux, mais incolores ; d'autres, qui ne paraissaient pas plus avancés dans leur accroissement, étaient légèrement jaunes ou même d'un beau vert (pl. 6, fig. 48) ; leur surface était parfaitement lisse. D'autres étaient un peu déformés, un peu bosselés ; d'autres encore présentaient à leur surface quelques petits granules verts qui étaient à leur contact. Quelques-uns de ces granules m'ont donné la couleur bleue dès cette époque, par l'action de l'iode (pl. 6, fig. 71, *a*) ; ils étaient donc amylacés. Chez quelques nucléus, ces granules faisaient une rangée complète tout autour. Chez de plus avancés, les premiers granules s'étaient éloignés du nucléus, et étaient remplacés à son contact par d'autres granulations; ailleurs une assez large auréole de ces grains verts entourait le nucléus (pl. 6, fig. 49); enfin le nucléus entier semblait s'étendre, et répandait dans diverses directions des ramifications d'un mucilage vert granuleux.

J'ai déjà dit que de l'iode appliqué sur ces nucléus bleuissait quelquefois ces granulations enveloppées de chlorophylle; j'ajouterai que dans plusieurs cas, quand les granules n'avaient pas bleui par la solution iodée seule, l'addition d'un peu d'acide sulfurique avait fait apparaître la couleur bleue. Toutefois cette réaction n'est pas constante, parce que l'acide sulfurique colore souvent en brun ces jeunes parties si délicates, avant d'avoir déterminé la couleur bleue.

Dans la plupart des cas où j'ai observé cette excrétion du nucléus, l'amidon ne se forme dans les gouttelettes excrétées qu'après leur sortie du nucléus; dans les nucléus du *Physalis* que je viens de signaler, je suis porté à croire que l'amidon passe au dehors tout développé en même temps que la matière verte, ou bien le liquide rejeté au dehors prend la nature amylacée très promptement, ainsi que paraît le démontrer le fait représenté par la figure 71 de la planche 6.

Dans les plantes, ou plutôt dans les cellules où l'amidon commence à se développer dans le protoplasma qui entoure le nucléus, les produits de l'excrétion de ce nucléus, s'ils ne concourent pas directement à la formation de ces grains amylacés, ou même de grains de chlorophylle, semblent au moins contribuer à leur nutrition. C'est ce qui paraît avoir lieu, par exemple, dans les cellules de l'albumen des *Arum italicum*, *vulgare*, etc. Là, les grains d'amidon commencent évidemment dans le protoplasma qui environne le nucléus. Ce protoplasma, qui est fréquemment en quantité assez notable dans cette partie de la cellule, est si rare sur les autres points qu'il semble réduit à l'utricule protoplasmique (utricule primordiale).

La figure 24, planche 8, représente une jeune cellule de l'albumen de l'*Arum italicum*, tout autour de laquelle est une couche assez forte de protoplasma. Dans la figure 25 en *A*, *p*, la couche protoplasmique, moins compacte, semble se délayer dans le contenu de la cellule. Ce protoplasma est devenu plus granuleux. Autour du nucléus, les granules se multiplient beaucoup. Après leur naissance, le protoplasma dans lequel ils sont plongés se renfle sur plusieurs points (pl. 8, fig. 26, *a*; 27, *a*; 31, *a*; 34). Ces renflements grandissent peu à peu, et finissent par constituer des grains (pl. 8, fig. 2 et 3) assez semblables à ceux qui entourent le nucléus du *Tradescantia subaspera* (pl. 8, fig. 39). Ces sortes de grains composés, qui sont représentés à leur complet développement par les figures 29, 30 et 31 de la planche 8, doivent plutôt être nommés *agrégés*, parce qu'ils sont en réalité formés de la réunion de petits globules nés, en grand nombre, dans un de ces amas protoplasmique sécrétés autour du nucléus, et parce qu'ils diffèrent essentiellement de grains composés d'une origine différente, dont je parlerai en traitant de l'amidon.

Le grand développement que prend cet amidon, qui a pour point de départ une petite quantité de protoplasma, me paraît tirer sa nourriture en partie du liquide de la cellule, et aussi et peut-être principalement du nucléus qui est au milieu de ce groupe de grains amylacés. Pour concourir plus efficacement sans doute à cette nutrition, le nucléus grandit à mesure que s'accroît la masse qui l'entoure, comme les organes qui prennent plus de vigueur et de volume en fonctionnant davantage. Cette opinion acquiert d'autant plus de probabilité, que la faculté excrétante du nucléus est bien constatée dans le *Vanilla planifolia*, et que l'on observe chez une multitude de plantes des phénomènes analogues, qui la font supposer quand elle n'a pas été démontrée. De tels exemples pourraient être multipliés ; mais ils n'ajouteraient rien à l'évidence du phénomène. J'aurai, du reste, l'occasion d'en reparler plus tard.

Il me reste maintenant à examiner si le nucléus vésiculaire qui, comme on en peut juger par ce que je viens de dire, possède les principales propriétés de la cellule, peut devenir, dans certaines circonstances, une cellule véritable, revêtue d'une membrane de cellulose. Évidemment, quand la vésicule nucléaire est isolée dans la cellule, elle ne peut accomplir la multiplication utriculaire ;

car alors si elle se développait en cellule, et que la cellule mère fût résorbée, le nombre des utricules ne serait pas accru ; celles-ci ne seraient que renouvelées. Pour qu'il y ait multiplication par les nucléus, il faut nécessairement qu'il y en ait au moins deux dans chaque cellule ; mais toutes les fois que l'on trouve deux ou même trois nucléus dans chaque utricule, il n'y a pas pour cela multiplication utriculaire, attendu que ces deux vésicules nucléaires se sont souvent formées au moment même où la multiplication des cellules a cessé. Ils sont originaires de ces noyaux protoplasmiques qui existent dans beaucoup de jeunes cellules, dans lesquelles a lieu la multiplication par division, et qui se partagent en autant de noyaux que d'utricules nouvelles doivent naître de la cellule mère ; mais ces noyaux ne forment pas eux-mêmes le plus communément les cellules dans le mode de reproduction par division. Soit qu'ils ne paraissent être qu'un protoplasma imparfait, ainsi que je l'ai dit, soit qu'ils aient déjà la constitution vésiculaire, comme cela se voit souvent dans la formation du pollen, ces noyaux ou ces vésicules sont enveloppés par le protoplasma parfait qui se répartit autour d'eux, dans la cellule mère, de la manière la plus favorable à la sécrétion des membranes des cellules filles, car c'est ce protoplasma qui alors produit ces membranes. Les nucléus ne peuvent y concourir indirectement que par les éléments qu'ils élaborent ; mais, au moment où la multiplication utriculaire cesse, si chaque utricule renferme deux noyaux protoplasmiques, ceux-ci continuent de végéter pendant l'accroissement de l'utricule ; ils se revêtent d'une pellicule comme tout protoplasma peut le faire ; il y a donc dans ce cas deux vésicules nucléaires dans la cellule. Il n'y en aura qu'une s'il n'y avait encore qu'un noyau protoplasmique dans la jeune utricule, c'est-à-dire si la multiplication utriculaire cesse au moment où les cellules filles viennent de se constituer, de s'individualiser ; en d'autres termes, avant qu'elles se soient préparées elles-mêmes à en produire de nouvelles.

J'ai dit plus haut que de nouveaux nucléus pouvaient naître dans le contenu même de la cellule en voie d'accroissement. Quand la végétation est très active, il peut ainsi s'en développer plusieurs dans chaque jeune utricule. J'en ai compté trois, quatre et cinq, dans les cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum* (pl. 1, fig. 14, 16, 17, 18), et jusqu'à huit dans celles de l'albumen du *Zea Mays*, comme le montre la figure 19 en *F* de la planche 1. C'est dans ces circonstances que la vésicule nucléaire concourt à la multiplication utriculaire, en devenant elle-même une cellule par la sécrétion de membranes de cellulose après la résorption de la cellule mère qui la renferme.

Quand ce nucléus vésiculaire est contenu dans la cellule mère, il se comporte, nous l'avons vu, comme une petite cellule ; il a la plupart des propriétés de celle-ci ; comme la cellule, il sécrète et excrète divers produits. La membrane de la cellule mère étant résorbée, il continue sa végétation, et constitue dès ce moment une cellule véritable. Ce caractère n'est même pas suffisant pour les distinguer des cellules proprement dites, parce que ces dernières sont aussi renfermées dans la cellule mère à leur origine, et elles n'ont pas plus que la vésicule nucléaire de membrane de cellulose dans le principe. Ces faits, et beaucoup d'autres qui vont suivre, prouvent combien peu d'importance il faut attacher à nos définitions.

J'ai étudié ce développement des vésicules nucléaires en cellules dans les albumens de plusieurs plantes ; mais toutes ces dernières ne le montrent pas avec la même facilité. Je décrirai ici deux exemples des plus remarquables, qui m'ont été fournis par les deux plantes que je viens de citer, le *Sparganium ramosum* et le *Zea Mays*. Toutefois ce mode de multiplication se présente sur une beaucoup plus grande échelle dans le *Sparganium*, et quelques autres plantes, que dans le Maïs ; aussi est-ce par la première de ces plantes que je commencerai. C'est surtout pendant le mois d'août que la multiplication paraît être dans sa plus grande activité.

La génération des cellules par les nucléus me fit voir dans l'albumen du *Sparganium ramosum* une très belle multiplication utriculaire en apparence intercellulaire. Sous une couche de cellules déformées limitant l'albumen au centre, ou entre les autres cellules voisines de la partie centrale, ou aussi dans l'espace encore libre au milieu de l'albumen, quand celui-ci est déjà très avancé, j'ai trouvé, ce que l'on peut voir du reste de bonne heure dans le sac embryonnaire, un liquide tenant de très petits granules en suspension, et parmi ces granules de très petites cellules munies d'un nucléus (pl. 1, fig. 11 et 12), qui lui-même avait souvent un nucléole ; elles étaient quelquefois si petites (fig. 11, *a*, *a*), qu'elles ressemblaient aux nucléus des cellules les plus développées. Dans d'autres préparations, les jeunes cellules étaient beaucoup plus nombreuses et de dimensions beaucoup plus variées (pl. 1, fig. 12) ; quelques-unes contenaient deux nucléus dans leur intérieur (fig. 12, *n*, *n'*). Les plus jeunes de ces cellules avaient aussi l'apparence du nucléus des plus grandes d'entre elles. Près de ces jeunes cellules, au milieu du même liquide granuleux, je trouvai une série de cinq petites cellules semblables aux précédentes (pl. 1, fig. 13, *a*, *b*, *c*), et à côté d'elles en *m* une membrane utriculaire représentant la moitié d'une cellule allongée qui les avait renfermées; l'autre moitié de la cellule avait été résorbée. Il devint évident par là que toutes ces utricules étaient nées de cellules plus grandes, dont elles n'avaient d'abord été que les nucléus. Cette opinion fut confirmée par d'autres observations qui me montrèrent une, deux, trois, quatre et même cinq petites cellules d'inégale grandeur (les plus jeunes, c'est-à-dire les plus petites ressemblant aux nucléus des plus âgées ou des plus grandes) renfermées dans la même utricule (pl. 1, fig. 14, 15, 16, 17, 18). La figure 15 représente une cellule globuloïde *m*, qui contient une jeune cellule déjà assez grande *a*, qui est munie d'un nucléus encore homogène *n*, et de deux vacuoles *v*, *v*, produites au milieu du protoplasma par l'extension de cette jeune cellule, laquelle n'était assurément dans le principe que le nucléus de la cellule *m*. La figure 16 représente une cellule *m*, qui ne renferme non plus qu'une jeune cellule *a* ; mais celle-ci contient trois petites cellules *b*, *c*, *d*, dont la plus jeune *d* ressemble aux nucléus de ses deux sœurs aînées *b*, *c*. La figure 14 montre une cellule allongée *m*, qui renferme trois autres cellules semblables aux précédentes, mais si petites, qu'on ne les considérerait que comme des nucléus, si l'on n'avait qu'un tel fait. La plus petite de ces trois cellules ou nucléus *a*, *b*, *c* ressemble aussi au nucléus ou nucléole de la plus grande *c*. La membrane de la cellule mère *m* était un peu ondulée, comme l'était la membrane *m* de la figure 13. La figure 17 donne l'image d'une cellule *m* renfermant aussi trois jeunes cellules, mais plus développées que les cellules filles ou secondaires de la figure précédente. Enfin la figure 18 indique des degrés de développement bien plus divers encore ; elle représente une cellule *m*, dont l'utricule protoplasmique *u* avait été éloignée un peu de la membrane de cellulose par le liquide du porte-objet introduit par endosmose. Cette utricule contient cinq vésicules nucléaires de dimensions différentes *a*, *b*, *c*, *c*, *d*, dont la première *a* est la plus remarquable, puisqu'elle-même en renferme quatre autres de différents âges.

L'observation de ces phénomènes démontre qu'une même cellule peut contenir plusieurs générations à la fois. Le nombre de trois générations est très fréquent ; celui de quatre indiqué dans la figure 16 par *m*, *a*, *b*, *n*, et dans la figure 18, n'est pas très rare. J'ai même trouvé une fois cinq générations dans la même cellule.

Tels sont les phénomènes qui m'ont été offerts par l'albumen du *Sparganium ramosum* relativement à la multiplication des utricules par les vésicules nucléaires. Des faits analogues ont déjà été décrits par M. Hofmeister dans son travail sur la naissance de l'embryon des Phanérogames (*Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen*. Leipzig, 1849) ; mais il en tira des déductions très différentes, parce que ses observations sont incomplètes. Voici comment il s'exprime à la page 10 de ce mémoire : « Chez un petit nombre de plantes seulement la naissance des nucléus et des cellules dans le sac embryonnaire se laisse voir avec autant de clarté que chez l'*Asphodelus albus*. Le grand nombre de ces formations, la transparence de leur contenu et leur inaltérabilité sous l'influence de l'air atmosphérique, s'unissent avec la grande quantité de liquide contenu dans le sac embryonnaire pour faciliter l'observation. Il suffit d'ouvrir par une coupe le sac embryonnaire d'un ovule dans lequel commence la formation de l'embryon, et de mettre sur une lame de verre un peu du contenu liquide coulant sur le couteau pour avoir devant soi une grande quantité des états de développement les plus divers. Des nucléus libres des dimensions les plus différentes, parmi lesquels ceux qui ont un ou deux nucléoles sont les plus fréquents, et ceux qui n'en ont pas ou qui en ont trois ou même quatre sont les plus rares, se trouvent près de jeunes cellules globuleuses ayant un nucléus toujours *central* (ici également le contenu liquide de la cellule est troublé très fortement par des petits granules comme ceux du nucléus). »

Voilà ce que dit M. Hofmeister. La description est très claire, très précise. Il trouve des jeunes cellules mêlées à des nucléus, et ces cellules ont un seul nucléus qui est *toujours central.* Il paraît attacher beaucoup d'importance à la position centrale du nucléus, attendu que, suivant lui, c'est autour de ce nucléus que se forme la cellule; mais ici, à la page 10, M. Hofmeister ne dit pas comment se sont formées ces cellules. Il a eu bien soin de noter cependant que là on ne rencontre pas les phénomènes qui constituent la production utriculaire dans la formation dite libre, car il ajoute : « J'ai cherché en vain pendant des semaines des phénomènes semblables à ceux que décrit M. Schleiden comme se présentant dans la formation du nucléus, c'est-à-dire l'amas grenu s'effectuant sous les yeux de l'observateur, la substance muqueuse autour d'une matière plus ferme comme un centre d'attraction attirant les granules. » Et pourtant l'opinion admise par M. Hofmeister diffère à peine de celle de M. Schleiden. En effet, nous avons vu précédemment qu'il dit à la page 62 que « tout nucléus commence par une goutte de liquide muqueux qui se revêt d'une membrane et ainsi s'individualise. » Et, à la page 61, il décrit dans les termes suivants la formation de la cellule alentour du nucléus. Voici ses expressions : *« Une partie du contenu de la cellule mère s'accumule autour de ce nucléus*, se revêt bientôt d'une membrane extrêmement mince, se contractant facilement, et composée, comme il paraît, de substance albumineuse, l'*utricule primordiale*, par laquelle est sécrétée la paroi de cellulose... » M. Hofmeister pense que les cellules se forment partout de cette manière, dans le sac embryonnaire aussi bien que dans les autres modes observés jusqu'ici; et cependant, à la page 10, il prétend avoir cherché en vain l'*amas grenu*, la substance muqueuse autour d'une substance plus ferme. Or, cette substance ferme de M. Schleiden est le nucléus, le *cytoblaste*. Puisque M. Hofmeister n'a pas observé cela, les cellules qu'il a vues dans l'albumen de l'*Asphodelus albus* ne se sont donc pas formées comme il le décrit à la page 61. C'est qu'en effet ces cellules ont été produites comme je l'ai dit en parlant du *Sparganium ramosum*. Ce sont les vésicules nucléaires, si bien décrites par M. Hofmeister, et qu'il trouve mêlées aux jeunes cellules qui ont engendré ces cellules par leur seule extension; la membrane de la vésicule nucléaire a constitué la membrane cellulaire. Voilà pourquoi M. Hofmeister n'a pas trouvé d'amas muqueux s'accumulant autour de ces nucléus, ni par conséquent la naissance de l'utricule primordiale à la surface de cet amas muqueux. C'est donc avec raison que j'ai dit que M. Hofmeister n'avait pas observé le mode de formation des cellules que je viens de décrire tel que je l'ai vu dans le *Sparganium ramosum*.

Cette plante m'avait donc prouvé qu'il existe un mode de multiplication utriculaire par les vésicules nucléaires tout à fait différent du mode de formation admis par MM. Schleiden, Nägeli, Hofmeister, Hugo Mohl, Unger, Schacht, etc. On ne viendra pas dire que ce dont je parle n'est pas un nucléus, puisque M. Hofmeister le décrit très minutieusement comme tel, et dit l'avoir observé dans bon nombre de plantes et toujours dans les mêmes circonstances. D'un autre côté, M. Schleiden et les anatomistes cités admettent dans le sac embryonnaire le mode de formation libre autour du nucléus. Comme M. Hofmeister, M. Unger a décrit des nucléus semblables dans son *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, 1855, et il comprend comme M. Hofmeister la formation des cellules autour de ces nucléus. D'un autre côté, ces vésicules nucléaires ont tout à fait le même aspect que les nucléus décrits et figurés par M. Schleiden dans la 2^e^ et dans la 3^e^ édition de ses *Grundzüge*, par M. Schacht dans son *Die Pflanzenzelle*, et par M. Mohl dans son *Vegetabilische Zelle*, fig. 54, etc. Mais, pourra-t-on dire encore, ils ne naissent pas dans les mêmes circonstances que le nucléus vésiculaire ordinaire, qui se forme peu de temps après la cellule ou même qui la précède assez souvent.

J'ai déjà exprimé mon opinion à cet égard. J'ajouterai seulement que la diversité que l'on observe dans l'époque de l'apparition de ces vésicules nucléaires vient appuyer mon opinion. Puisque la vésicule qui revêt le nucléus se montre tantôt déjà dans la cellule mère (beaucoup de cellules mères du pollen), tantôt seulement dans les cellules filles déjà agrandies, et puisque d'un autre côté le nucléus se forme très fréquemment aussi seulement après que la jeune cellule a commencé à s'étendre (et dans ce cas il se forme aux dépens du protoplasma accumulé sur un point de la surface interne de la cellule), il n'y a rien de surprenant à voir naître d'autres nucléus semblables à une époque un peu postérieure encore, de la même manière que des vésicules d'une autre nature s'y développent dans des circonstances analogues. J'ai observé la naissance de semblables nucléus sur les albumens de plusieurs autres végétaux, mais comme l'a très bien dit M. Hofmeister, le défaut de transparence gênant beaucoup les études, je préfère ne citer que les deux plantes chez lesquelles j'ai examiné le plus aisément ces intéressants phénomènes.

Je vais exposer maintenant ce que j'ai vu dans l'albumen du Maïs, qui m'a conduit aux mêmes conclusions. Mais, dans l'albumen du Maïs, la multiplication utriculaire par les nucléus n'est point la seule qui s'y accomplisse. Elle ne paraît pas même la plus fréquente. Ce sont d'autres vésicules, que je décrirai dans le courant de ce travail, au chapitre III, intitulé : *Des vésicules fausses vacuoles*, etc., qui donnent naissance au plus grand nombre des cellules de cet albumen. Toutefois, la multiplication par les nucléus se présente sur certains points, principalement vers la périphérie de l'albumen avec beaucoup de netteté; et parfois sur des étendues assez considérables pour que j'aie pu en obtenir des figures comme la 19e de la planche 1. Cette figure montre plusieurs cellules renfermant un, deux ou plusieurs nucléus à des âges différents. Ils sont globuleux, homogènes quand ils sont jeunes, vésiculaires quand ils sont plus âgés. Ceux qui sont vésiculaires peuvent renfermer un nucléole vésiculaire lui-même qui, à son tour, peut contenir un nucléolule (pl. 1, fig. 19, *c*, ***F***). Le nucléus *a* montre même cinq générations dont l'utricule mère *m* serait la première.

Dans les utricules F, G, H, sont plusieurs nucléus homogènes, les uns plus petits, les autres plus grands. La substance de ces nucléus était grisâtre, ou blanc bleuâtre suivant leur diamètre; et l'on pouvait voir quelquefois la matière centrale se raréfier et devenir par là plus translucide. Les contours de cette partie plus lumineuse étaient d'abord diffus, puis ils devenaient mieux définis, et présentaient l'aspect d'une cavité nettement circonscrite, qui peu à peu devenait excentrique, la substance nucléaire primitive, le protoplasma, étant réparti inégalement au pourtour interne de la vésicule qui limite le nucléus à l'extérieur. Peu à peu cette substance intérieure du nucléus semble se dissoudre dans la cavité vésiculaire qui alors renferme un liquide tenant des granules en suspension. Enfin on trouve un nucléole dans des vésicules nucléaires plus avancées. Plus tard la cellule mère étant résorbée, on a des cellules, comme la cellule G, libres de toute adhéhérence avec les cellules voisines; mais bientôt ces cellules se pressant les unes contre les autres, deviennent polyédriques comme les cellules parenchymateuses.

Tous les nucléus ne paraissent pas arriver à un tel développement. La figure 19, planche 1, montre en *d* un nucléus flétri dont l'évolution était suspendue; il contenait au contraire un nucléole vésiculaire très vigoureux. La même préparation présentait aussi des cellules dont la membrane était incomplète; une partie de cette membrane avait disparu déjà par résorption.

Maintenant qu'il est démontré que des nucléus vésiculaires peuvent se développer à divers âges de la cellule, on concevra plus facilement qu'il puisse y avoir des cellules qui n'en renferment pas dans le principe, malgré les assertions de MM. Schleiden, Unger, Schacht, Hofmeister, etc. M. Schacht pense que lorsque l'on n'en voit pas, c'est qu'ils sont cachés. Assurément il peut arriver quelquefois qu'étant petits ils soient masqués par un protoplasma ou un contenu granuleux peu transparent; mais dans une multitude de cas dans lesquels les cellules se multiplient par division (il est bien entendu que je ne généralise pas), très fréquemment dans la couche génératrice, par exemple, que l'on appelle aussi *couche du cambium*, il n'y a pas non-seulement de nucléus vésiculaire, mais encore ce noyau protoplasmique central que j'ai signalé au commencement de ce travail, et que les anatomistes qui combattent la nature vésiculaire du nucléus, ont sans doute principalement en vue.

Il me paraît suffisamment établi, par ce qui précède, que la vésicule nucléaire peut devenir une cellule dans les cas que j'ai cités, et selon toute probabilité dans beaucoup d'autres semblables. Je ne doute nullement que les anatomistes n'adoptent cette opinion aussitôt qu'ils auront vérifié ces observations.

Les cas que j'ai exposés de ces développements du nucléus en cellule, sont très nets, très précis ; mais il en est d'autres dont l'interprétation est plus difficile, et dans lesquels la division des cellules et la multiplication par les nucléus semblent se combiner. Je vais en décrire avec détail un exemple qu'il est de toute impossibilité de comprendre par la théorie de la division de l'utricule primordiale, tandis que tout paraît clair après l'explication que j'en donne.

Voici d'abord les faits tels que les présente l'embryon jeune du *Pisum sativum*. Toutes les cellules qui composent cet embryon n'ont pas le même aspect. Les plus superficielles, celles qui sont placées dans le voisinage de l'épiderme, sont plus petites que les autres et semblent se multiplier par division. Elles ont un noyau protoplasmique mal délimité, très volumineux relativement à la dimension de la cellule. Les utricules plus rapprochées du centre sont au contraire plus grandes, et elles contiennent quelquefois des vésicules fausses vacuoles dont je parlerai bientôt. Dans beaucoup de ces cellules on trouve deux nucléus vésiculaires assez gros (pl. 1, fig. 29, *n*, *n*) qui, chacun, ont souvent aussi deux nucléoles vésiculaires également. Quelquefois il y a trois nucléoles comme le représente le nucléus figure 24, planche 1 ; d'autres fois il n'y a qu'un nucléole qui peut être simple comme celui du nucléus figure 23, ou comme ceux des nucléus figure 29, *n*, ou bien ce nucléole présente deux cavités comme celui du nucléus, figure 22, *n*, ou comme les deux nucléoles du nucléus, figure 21, ou de la figure 31, *n″*. Chez d'autres nucléus qui ont deux nucléoles, l'un est simple tandis que l'autre est double, *n'*, *n'*, figure 37. Ces nucléus, dans l'intérieur de leur cellule mère, présentent des phénomènes de végétation manifestes, à la manière des cellules. Ainsi, le nucléus représenté figure 25, planche 1, avait grandi considérablement, de telle sorte que son protoplasma, ne pouvant suivre son extension, se retirait sur le côté en entraînant avec lui les deux nucléoles *n*. Les figures 26 et 27, planche 1, en sont deux autres cas. L'extension de la membrane de ces nucléus n'avait pas eu lieu sur tout son pourtour, mais sur une partie seulement qui alors était beaucoup moins épaisse que celle qui était restée stationnaire.

Dans la cellule figure 29, planche 1, outre les deux nucléus, il y a encore l'utricule protoplasmique *u* et son contenu, laquelle est écartée un peu de la membrane de cellulose par l'eau du porte-objet entrée sous l'influence de l'endosmose. Dans les figures 30, 31 et 37, planche 1, il n'y a plus dans la membrane de cellulose que deux grandes vésicules munies de leur nucléus. M. Mohl dirait que l'utricule primordiale s'est divisée en deux, enveloppant chacun des nucléus développés préalablement, comme le montre la figure 29. Soit. Rien de plus simple en apparence, mais continuons. Dans la figure 33, une cloison de cellulose très mince s'est développée entre les deux vésicules, ou, pour parler le langage de M. Mohl, entre les deux nouvelles utricules primordiales, résultant de la division de l'utricule mère. Après la formation de cette cloison mince de cellulose *c*, *c*, les deux nouvelles utricules primordiales se diviseraient chacune en deux; c'est ce que représenterait la figure 36, planche 1, dans chacune des moitiés de laquelle il y a deux vésicules munies d'un nucléus. Dans la figure 35, une seule des moitiés B se serait partagée de nouveau; l'autre moitié A formerait encore une vésicule simple munie d'un nucléus à double nucléole.

Jusqu'ici tout est parfaitement conforme à la théorie de M. Hugo Mohl. Mais voici des faits que cette théorie ne peut expliquer. D'abord, quand une utricule, dite primordiale, se partage en deux, les deux moitiés sont ordinairement égales. Les deux divisions eussent été très inégales dans la portion B de la figure 35. Cette circonstance n'a que très peu d'importance, mais en voici qui en ont bien davantage. Dans la figure 32, l'utricule protoplasmique ou primordiale *u* existerait encore, et cependant l'on aurait dans son intérieur quatre autres vésicules de dimensions très différentes, l'une d'elles *a*, égalant à peu près ou surpassant chacune des vésicules dites utricules primordiales secondaires des figures 30 et 36. Il est évident que ces quatre vésicules de la figure 32 ne sont pas dues à la division de l'utricule primordiale, puisqu'elle existe encore et qu'elle est parfaitement intacte. De plus, dans la cellule de la figure 34, le contenu est partagé en deux moitiés A et B, un peu inégales et écartées l'une de l'autre par l'endosmose. La moitié A, ou utricule primordiale secondaire A, n'a qu'un nucléus *n'* pourvu de deux nucléoles; mais dans l'autre utricule primordiale secondaire B il y a deux vésicules ou nucléus : l'un de ces nucléus (qui n'est pas indiqué par une lettre sur la planche) était très petit; l'autre nucléus *n'*, en partie caché par le contenu granuleux, était très grand et renfermait un nucléole vésiculaire *n''* déjà plus étendu que le nucléus non indiqué par une lettre ; ce nucléole *n''* avait lui-même un nucléolule vésiculaire.

L'existence de ces grands nucléus ou vésicules des figures 32 et 34 de la même nature que les prétendues divisions de l'utricule primordiale des figures 36, 30, etc., l'existence de ces vésicules nucléaires, dis-je, simultanée avec la présence de l'utricule primordiale primaire *u* dans la figure 32, ou avec l'utricule primordiale secondaire dans la figure 34 en B, est incompatible avec la théorie de cette utricule primordiale, et demeure tout à fait inexplicable, puisque ces vésicules, qui sont évidemment de même nature que celles des figures 30, 37, 36, etc., devraient être nées de la division de cette utricule primordiale. Au contraire, si nous admettons que chaque prétendue utricule primordiale nouvelle, secondaire ou tertiaire, des figures 30, 31, 33, 34, 35, 36 et 37, n'est qu'une vésicule nucléaire accrue, l'explication des phénomènes se simplifie beaucoup. En effet, supposons que l'utricule protoplasmique ou primordiale *u* de la figure 29 se résorbe, il reste dans l'enveloppe de cellulose les deux vésicules nucléaires, *n*, *n*. C'est ce que représentent les figures 30, 31 et 37. Si la résorption de l'utricule protoplasmique avait lieu quand les nucléus n'ont que la dimension qu'ils présentent dans la figure 29, l'observation serait facile ; mais cette résorption n'a lieu que quand ces nucléus remplissent la cellule, et l'on ne peut voir que l'utricule protoplasmique ou primordiale n'existe plus qu'après que l'endosmose a contracté les nouvelles utricules protoplasmiques, qui ici seraient formées par les vésicules nucléaires elles-mêmes. Si les deux nucléus vésiculaires avaient un développement égal, les deux utricules protoplasmiques ou primordiales sont égales ; si les nucléus étaient inégaux, on a des utricules primordiales inégales, comme celles de la moitié B de la figure 35. Supposez l'utricule primordiale *u* de la figure 32 résorbée, nous aurions quatre jeunes utricules primordiales nouvelles, mais inégales à cette époque du développement. Si une cellule qui a deux nucléus, en possède un à un seul nucléole et l'autre à deux nucléoles, quand ces deux nucléus, devenus utricules primordiales, viendront à se résorber, après la division de la cellule mère par une cloison de cellulose, on aura d'un côté une seule utricule primordiale comme en A, figure 35, planche 1, et de l'autre côté deux utricules primordiales comme en B, de la même figure 35.

Quand les deux vésicules nucléaires se sont ainsi développées dans la cellule mère, et que l'utricule protoplasmique de celle-ci est résorbée, une cloison de cellulose est sécrétée entre elles sur tout le diamètre de la cellule mère à la fois, et non en s'avançant de la circonférence vers le centre. En soutenant cette opinion, je n'infirme pas les observations que M. Mohl a faites sur le *Conferva glomerata* et certaines utricules mères du pollen. Mon assertion ne se rapporte qu'à ce que j'ai vu ailleurs dans les cellules de la couche génératrice d'un grand nombre de végétaux, par exemple, et en particulier dans ces cellules du *Pisum sativum*. La cloison formée entre les vésicules nucléaires ou jeunes utricules primordiales, les nucléoles qui étaient des nucléus de second degré, deviennent les nucléus des nouvelles cellules, avec lesquelles ils grandissent. Ils finissent par former à leur tour des utricules primordiales quand leurs cellules ou vésicules mères viennent à être résorbées. On a alors ce que représente la figure 36.

Entre ces nouvelles utricules primordiales, s'interpose une cloison unie à la précédente et à la membrane de la cellule mère. On a ainsi quatre cellules nouvelles qui grandissent ensemble et qui se séparent quand elles sont suffisamment avancées. On voit donc, par ce qui précède, que dans ces cellules la multiplication utriculaire par les nucléus se combine en quelque sorte avec la multiplication dite par division. Il est bien clair aussi que ce mode de division qui est ici ce qu'il est dans beaucoup de cas, en ce qui concerne la formation des parois nouvelles de cellulose, à la périphérie des jeunes cellules, ne diffère que par la conduite du contenu de la cellule, c'est-à-dire par la manière dont l'utricule protoplasmique ou primordiale est renouvelée. Dans les cellules de l'embryon du *Pisum* (dans celles dont je parle, parce que j'ai dit déjà que toutes les cellules de cet embryon en particulier, et d'un même tissu en général, ne se forment pas toujours de la même manière, j'ai cité déjà celles de l'albumen du Maïs et j'aurai bientôt l'occasion d'en indiquer d'autres exemples), dans les cellules de l'embryon du *Pisum sativum*, dis-je, dont il est ici question, c'est le nucléus qui forme l'utricule protoplasmique, tandis que dans beaucoup d'autres cas le protoplasma ou contenu de la cellule se partage en deux moitiés autour de deux noyaux protoplasmiques, ou même de vrais nucléus vésiculaires, et c'est la surface de chacune de ces deux moitiés de protoplasma qui produit les deux nouvelles utricules protoplasmiques ou primordiales. Les membranes de cellulose naissent, puis s'étendent et entraînent avec elles le protoplasma qui se répartit sous la forme d'une couche inégale au pourtour interne de la cellule, ou se réunit en grande partie autour du noyau protoplasmique qu'il fixe à la paroi utriculaire. C'est alors que ce noyau se revêt d'une pellicule et devient le nucléus vésiculaire ordinaire des cellules. Je répéterai encore que lorsque ce noyau n'existe pas, lorsque tout le protoplasma semble à peu près homogène, il arrive aussi qu'une partie de ce protoplasma, accumulée sur un point de la surface interne de la jeune cellule, peut s'y transformer en une vésicule nucléaire tout à fait semblable à celle qui est produite par le noyau protoplasmique préexistant.

Nous avons vu que les vésicules nucléaires développées dans ces deux dernières circonstances n'ont point pour objet la multiplication utriculaire. Elles sont destinées à fournir à la cellule certaines sécrétions de natures diverses dont j'ai parlé plus haut, après quoi elles disparaissent.

Conclusions.

Il résulte de ce qui précède que l'on a donné le nom de *nucléus* : 1° soit à un amas de protoplasma imparfait qui s'élabore au centre de la cellule, et fournit au protoplasma périphérique les éléments propres à la production des membranes cellulaires ; 2° soit à des vésicules nées de ce protoplasma central ou même du protoplasma périphérique, qui sont chargées de préparer certaines sécrétions de nature différente utilisées pendant la vie de la cellule ; 3° soit à des vésicules nucléaires complétement semblables aux précédentes, mais nées dans des circonstances un peu différentes, et qui concourent à la multiplication utriculaire. Ces vésicules nucléaires donneraient lieu à deux variétés de multiplication cellulaire : 1° dans l'une (*Sparganium ramosum*, *Zea Mays*, etc.), la membrane de cellulose naît seulement quand les nucléus sont devenus libres par la résorption de la cellule mère ; 2° dans l'autre, la membrane de cellulose serait produite dans l'intérieur de l'utricule mère (embryon du *Pisum sativum*). C'est donc au fond le même phénomène, plus la présence ou l'absence de la membrane cellulosique de la cellule qui leur a donné naissance.

II. — DES VÉSICULES CRISTALLIGÈNES.

Quand il ne continue pas son accroissement cellulaire, le nucléus peut subir la singulière métamorphose que j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie le 9 août 1858, c'est-à-dire qu'il peut se transformer en un véritable cristal, en un rhomboèdre ou un groupe de rhomboèdres, ou bien en lames hexaédriques, qui ont pour forme de clivage le rhomboèdre. Depuis l'époque de ma communication à l'Académie, j'ai renouvelé mes observations en poursuivant mes études, et j'ai vu de plus que c'est tantôt le nucléus et tantôt le nucléole qui se changent en cristaux dans les cellules de l'albumen du *Sparganium*. Cette transformation s'opère vers le moment où la multiplication utriculaire cesse. Les cytoblastes formés ne se développant plus en cellule continuent de s'accroître; les uns donnent des vésicules pleines d'une matière d'apparence protoplasmique, dont le volume oscille autour d'un centième de millimètre, tantôt plus, tantôt moins. Elles ne sont point globuleuses, mais présentent ordinairement quelques faces dues, sans doute, à la pression; les autres prennent la forme cristalline. Si le nucléus est peu développé, c'est lui qui prend cette configuration; s'il est trop avancé dans son développement, c'est son nucléole qui devient un cristal.

Voici comment j'ai été conduit à l'étude de ce phénomène. En étudiant, sous le microscope, de la farine de l'albumen de *Sparganium ramosum*, je me suis aperçu qu'elle est composée de deux sortes de grains : les uns sont assez petits, de 0,0075 de millimètre environ, d'un volume assez régulier, globuleux ou ovoïdes, souvent atténués par un bout (pl. 2, fig. 68, *p*, *p*); ils sont bleuis par l'iode; ce sont des grains d'amidon. Les autres grains sont beaucoup plus gros, de dimensions plus inégales, de formes plus variées; tantôt ils sont simples et tantôt composés (pl. 2, fig. 65 et 66). Les grains simples affectent assez souvent la forme de petites cellules, à contour hexaédrique; mais leurs arêtes et leurs angles sont arrondis. Ils portent fréquemment l'indication précise d'une cavité centrale, qui rappelle celle d'une cellule à paroi très épaisse (fig. 40). Les grains composés, dont deux groupes sont représentés par les figures 65 et 66, et un autre recouvert en partie d'amidon par la figure 67, sont très irréguliers dans leurs formes; ils semblent constitués par un agrégat de petites cellules, dont les parties saillantes donnent à la masse un aspect mamelonné. Ces corps, à la première vue, ne frappent que par leurs dimensions beaucoup plus grandes que celles des grains d'amidon qui les environnent, et dont ils sont couverts ordinairement (fig. 67). Ils donnent l'idée de grains de fécule plus volumineux que les autres; mais lorsqu'on les rencontre recouverts d'amidon, on est surpris de la régularité avec laquelle ces gros grains ou leurs agrégats sont revêtus par les grains de fécule. Ces derniers sont si pressés à leur surface, qu'ils sont quelquefois polyédriques. Leur forme porte à croire qu'ils sont nés là, et cette idée acquiert d'autant plus de vraisemblance, que ces granules d'amidon sont atténués par le côté qui touche le grain ou nucléus, et y semblent attachés par cette pointe.

Si l'on ajoute de la teinture d'iode, ces nucléus prennent une belle teinte jaune, plus ou moins foncée, suivant la quantité d'iode ajoutée. L'addition de l'acide sulfurique un peu dilué les gonfle, en donnant plus d'intensité à la couleur. Ils ont alors toute la figure de cellules formées d'une membrane mince, et remplie d'un liquide jaunissant sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique. Cet acide, plus concentré, les décompose en leur faisant subir la même altération qu'aux membranes cellulaires infiltrées de matières azotées. Il les transforme en un liquide d'apparence oléeuse, brun jaunâtre, divisé en une multitude de petites gouttelettes.

En remontant à l'origine de ces corps, je les ai trouvés remplacés par de magnifiques cristaux, par des rhomboèdres à angles aigus et à arêtes tranchantes (pl. 2, fig. 24, 25, 26, 27, 31, 32, etc.), ou par de belles plaques hexaédriques de la plus grande régularité (pl. 2, fig. 36, 40, 47, 50), ou quelquefois un peu allongées, mais conservant toujours le parallélisme de leurs faces deux à deux (pl. 2, fig. 39, 41, 43, 49). Les rhomboèdres et les lames hexaédriques ont parfois une cavité centrale (pl. 2, fig. 26, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 49), et les uns et les autres forment assez souvent des groupes, conformément aux lois de la cristallographie (pl. 2, fig. 29, 32, 42, 50, 51, etc.). En examinant avec attention les lames hexaédriques, on s'aperçoit que leurs côtés ne sont pas homologues ; ils présentent des inclinaisons différentes sur l'une et l'autre face de la lame (pl. 2, fig. 36), et cette inclinaison donne des angles égaux à ceux des rhomboèdres, en sorte que ces lames auraient pour forme primitive le rhomboèdre. On acquiert cette conviction quand on voit les deux formes réunies comme dans la figure 54, planche 2. Quelquefois aussi, on voit les rhomboèdres unis aux lames hexaédriques de la manière indiquée par les figures 45, 52 et surtout 53, planche 2, dont les rhomboèdres sont nés des lames hexaédriques, ainsi que je vais le dire tout à l'heure.

Ce qui précède est déjà très remarquable ; mais voici un fait sur lequel j'appelle l'attention de l'Académie : c'est que ces cristaux si réguliers perdent quelquefois en partie par la végétation leurs formes géométriques. Il n'est pas rare de trouver, en effet, des lames hexaédriques qui deviennent mamelonnées sur leurs deux faces (pl. 2, fig. 55, *p*, *p'* ; fig. 57, *p*), ou même sur deux ou trois de leurs côtés (pl. 2, fig. 48, 56, 57), les autres côtés restant géométriques. J'ai vu de ces mamelons qui étaient très volumineux (pl. 2, fig. 57, *p* ; 59, *p*; 60, *p'*), et qui offraient parfois une grande cavité, comme celle que montre la figure 59 en *c* dans l'intérieur de la proéminence *p*. On avait ainsi sous ces formes diverses l'union en apparence monstrueuse d'un cristal et d'une cellule. Ce qui est plus singulier encore, c'est que ces éminences sont l'origine de lames hexaédriques nouvelles, nées comme des sortes de bourgeons de la lame hexaédrique mère, ou mieux par une véritable multiplication utriculaire. Les figures 60, 61, 62, 63, 64, 50 et 51, planche 2, en fournissent des exemples à différents degrés de développement. Dans la figure 60, la proéminence *b* a déjà une forme géométrique nettement dessinée ; cette forme polyédrique est moins marquée dans la proéminence *a*; elle ne l'est pas du tout dans celles qui sont indiquées par *p* et *p'*. Il en est de même dans les figures 62, *a*, *b*, *p*; fig. 63, *a*, *p*, pl. 2. Dans la figure 61, on a une lame hexaédrique, dont plusieurs côtés se dessinent nettement, et en *p* une proéminence arrondie naissante. Dans la figure 50, on a une grande lame hexaédrique primaire, de laquelle est née une autre lame hexaédrique secondaire sur une des faces de la première ; à la surface de la seconde est une production tertiaire encore arrondie, qui devait répéter évidemment les deux autres. Une production naissante semblable est représentée figure 47 en *p*, planche 2. La figure 58 montre l'aspect de la substance végétant à l'intérieur de ces cellules ou vésicules cristallines. La multiplication cellulo-cristalline que je viens de signaler dans les lames hexaédriques peut être rencontrée aussi chez les rhomboèdres. La figure 32 en représente un bel exemple. Elle fait voir sur un de ses côtés des rhomboèdres groupés, et sur l'autre côté des proéminences plus ou moins arrondies qui sont le commencement de semblables rhomboèdres naissant des premiers. En *b*, la forme rhomboédrique est déjà indiquée du côté libre de la production ; en *a*, on a seulement une éminence un peu elliptique.

Poursuivant mon étude organogénique en prenant des fruits de plus en plus jeunes, je vis des cristaux, encore grossièrement dessinés, qui étaient limités par une membrane, laquelle formait pour les rhomboèdres une cellule ou vésicule elliptique (pl. 2, fig. 2, 10, 11, 12, 13), et pour les hexaèdres une cellule ou vésicule circulaire (pl. 2. fig. 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9). On distinguait jusqu'à un certain point la formation de ces cristaux. Quand le nucléus était peu avancé comme figure 7, il devenait hexaédrique comme figure 8 ; quand, au contraire, le nucléus était plus volumineux, son nucléole devenait cristallin (fig. 9). Dans quelques vésicules, on pouvait suivre les progrès de la formation cristalline. Dans la vésicule elliptique, par exemple, on apercevait quelquefois seulement une modification à l'une des extrémités de cette vésicule, comme on voit en *a*, figure 13, planche 2, poindre un sommet du rhomboèdre. Dans d'autres vésicules (pl. 2, fig. 16, 17, 19, 20), un sommet ou l'un des côtés était encore imparfait. Dans la figure 14, je n'apercevais pas la vésicule. Dans les vésicules représentées figures 15, 18, 21, les rhomboèdres étaient plus avancés, mais encore imparfaits. On les trouve fréquemment avec leux six faces parfaitement égales, bien symétriques, mais avec des arêtes encore un peu obtuses. Dans les fruits des individus cultivés dans le premier bassin de l'école de botanique du Muséum, j'ai le plus souvent obtenu des rhomboèdres parfaits, à arêtes vives, comme les donnent les figures 24, 25, 26, 27 et 29, planche 2. Quelques vésicules, quelquefois nombreuses, ou nucléus plus ou moins arrondis, ou obscurément polyédriques, déjà assez gros, et ne paraissant pas annoncer de modifications, étaient mêlées à celles qui subissaient les transformations que je viens de décrire. Enfin des fruits très jeunes, dont la végétation était très lente, ne me donnèrent plus que des petits globules semblables à ceux des figures 1, 2, 3, planche 2, ou quelques rares vésicules comme celles des figures 6, 7, 10, 12; mais quand la végétation était très active, dans le courant d'août surtout, les vésicules étaient très nombreuses, et présentaient l'aspect des figures 4, 5, 8, 9. Parmi ces vésicules, on trouvait aussi de nombreux cristaux d'une autre forme appartenant également au système rhomboédrique, et paraissant avoir la même composition chimique que les précédents. C'étaient des dodécaèdres à faces triangulaires (à triangles scalènes), à sommets tronqués ou non (pl. 2, fig. 28 et 30), ou groupés (fig. 33). Je ne saurais rien dire de précis sur leur origine.

Cet intéressant phénomène de la production de cristaux par une vésicule nucléaire n'est pas sans analogues ; j'en ai observé plusieurs autres cas, mais alors c'est une vésicule spéciale qui donne naissance aux cristaux. Cette vésicule est très distincte du nucléus qui souvent existe à côté d'elle. Cependant elle commence comme lui par un globule qui jaunit par l'iode et qui montre sa cavité vésiculaire ou non avant de produire les cristaux.

J'ai observé deux types de ces vésicules cristalligènes, suivant qu'elles donnent des cristaux simples comme l'indiquent les figures 8, 9, 15, 16, 18, 19, 21, planche 2, ou seulement deux ou trois cristaux groupés comme dans la figure 23, mais qui peuvent se multiplier par la végétation spéciale représentée dans les figures 22, 32, 60, 61, 62, 63, 64, 50, 51, etc., planche 2, ou bien suivant que ces vésicules donnent des cristaux en groupe globuloïde, rayonnant d'un centre commun comme dans la figure 81, planche 2.

Un bel exemple du premier type, c'est-à-dire analogue à celui qui m'a été fourni par le *Sparganium ramosum*, m'a été offert par le *Pleurothallis circumplexus*. Il naît dans beaucoup de cellules de la feuille de cette plante, et surtout dans celle de l'épiderme, un ou plusieurs globules incolores ou plutôt légèrement teintés en jaune, différents du nucléus que l'on voit souvent à côté d'eux. La figure 69, planche 2, représente le nucléus, les figures 70, 71 et 72 le volume relatif des jeunes vésicules cristalligènes.

Quand ces globules ou jeunes vésicules ont acquis un certain degré d'accroissement, ils deviennent anguleux; on aperçoit d'abord un ou deux angles, comme dans la figure 73, planche 2, puis trois, quatre, six. Ils donnent alors sous le microscope le plus souvent l'aspect d'un carré ou d'une surface hexagonale; mais en élevant ou abaissant le porte-objet, on reconnaît qu'on a sous les yeux des cubes vus suivant des plans différents. Quand la figure est carrée, il est clair que c'est parce que le cube se présente suivant une de ses faces; quand elle est hexagonale, c'est qu'il se présente suivant un de ses angles; comme on ne peut le voir tout entier à la fois, six autres angles sont aperçus à peu près sur le même plan et donnent la figure hexagonale. En faisant mouvoir le porte-objet, on reconnaît que c'est un cube dans la position indiquée par la figure 75, planche 2, que l'on a sous les yeux. Ces cristaux ont d'abord les angles et les arêtes mousses comme dans la figure 74; mais dans l'état de développement complet, ils ont les angles aigus et les arêtes très vives, comme dans la figure 75.

Une forme très fréquente aussi dans les cellules de la feuille du *Pleurothallis circumplexus*, est un dodécaèdre rhomboïdal modifié ou plutôt un octaèdre passant au dodécaèdre par la modification de ses arêtes. Assez rarement j'ai observé l'octaèdre parfait. La figure 76, planche 2, en représente un dont les angles et les arêtes étaient encore mousses, et qui se montrait avec un de ses angles en avant, de sorte que, quand la base de ses pyramides était au foyer, on pouvait croire à l'existence d'un cube en n'apercevant que le carré formé par cette base. Une autre fois j'ai trouvé un octaèdre inscrit dans un cube, comme le montre la figure 77. Enfin à la périphérie de ces cristaux, à la surface du cube principalement, j'ai rencontré des excroissances annonçant une végétation analogue à celle que présentent les cristaux du *Sparganium ramosum*, mais généralement ces excroissances étaient très peu volumineuses et ne pouvaient souvent donner d'indication précise sur leur nature.

Les vésicules cristalligènes du second type ont moins d'intérêt en ce qu'elles se rapprochent davantage des phénomènes de cristallisation offerts par les cellules ordinaires. Un bel exemple de ce type est produit par les cellules de la feuille du *Megaclinium maximum*. Les vésicules y paraissent aussi plus nombreuses dans les cellules de l'épiderme que dans les autres. Elles sont également globuleuses, et d'abord pleines (pl. 2, fig. 78); elles montrent ensuite une membrane nettement dessinée (fig. 79 et 80) et un contenu homogène dans le principe. Les cristaux commencent tantôt à la périphérie interne de la vésicule et tantôt au centre, par des figures qui ne paraissent guère en rapport avec celle des cristaux que l'on observe plus tard. A la fin, le groupe cristallin se dessine mieux; les pointes des pyramides semblent traverser l'enveloppe vésiculaire qui finit même par disparaître complétement. On a alors un groupe de cristaux isolé, semblable à celui qui est représenté dans la figure 81, planche 2.

A ce second type semble se rattacher la vésicule pleine de liquide rose que l'on observe mêlée aux grains de chlorophylle amylacés dans les cellules de la feuille du *Lepanthes cochlearifolia*, et que je représente dans la planche 4, figure 27. Quand le liquide rose disparaît, ainsi que je le dirai plus tard, un groupe de cristaux naît dans la vésicule (pl. 4, fig. 28); enfin la vésicule elle-même est résorbée et le groupe cristallin se trouve libre dans la cellule. La figure 29, planche 4, donne l'image de ces cristaux.

Relativement à la formation de certains groupes de cristaux dans les plantes, je dirai quelques mots qui n'éclaireront pas beaucoup la question, mais qui pourront mettre sur la voie de phénomènes intéressants les cristallographes qui voudraient les étudier. Au début de ces groupes de cristaux (particuliers à quelques plantes), on remarque parfois comme des sortes de vésicules très déprimées, circulaires ou elliptiques. Il n'y en a d'abord qu'une. De celle-ci en naît une seconde discoïde également, qui semble traverser la première suivant un rayon, et dont la circonférence passe par le centre de celle-ci ; puis il en naît une troisième dans une autre direction, et ainsi successivement plusieurs de suite. De ces disques ou vésicules discoïdes diversement enchâssés naissent, je ne sais comment, des groupes de cristaux fort réguliers.

J'ai hésité longtemps à parler de ces faits parce qu'ils sont singuliers, en apparence bizarres. Je me décide à les signaler, parce qu'ils pourront peut-être conduire les cristallographes à des résultats importants.

III. — DES VÉSICULES FAUSSES VACUOLES, DES VACUOLES ET D'UN NOUVEAU MODE DE MULTIPLICATION UTRICULAIRE PAR DIVISION.

Il est une vésicule qui joue un rôle non moins important que le nucléus dans l'organisation végétale. Je l'appellerai *vésicule fausse vacuole*, parce qu'elle a été confondue par la plupart des anatomistes, et en particulier par MM. Nägeli et Mohl, avec les vacuoles qui se forment souvent au milieu du contenu des cellules. MM. Karsten et Hartig en ont reconnu la nature vésiculaire. Le premier les considère comme le commencement des cellules, et le second les désigne sous le nom de *Saftblaeschen :* mais ce nom ne saurait convenir, parce que toutes les vésicules contiennent du suc, et plusieurs ont un suc homogène, tandis que le nom que je propose a l'avantage de bien préciser l'aspect de ces vésicules. Elles ont du reste été fort imparfaitement étudiées.

Si M. Hartig a reconnu la nature vésiculaire de ces petits organes, il s'est étrangement mépris sur leur destination, car c'est sur ces vésicules qu'est fondée sa singulière théorie de la formation de la membrane interne de la paroi cellulaire, ainsi que je l'ai dit plus haut en faisant l'histoire du nucléus.

Les vésicules fausses vacuoles apparaissent dans le contenu des cellules comme des cavités transparentes pleines d'un liquide incolore, moins dense que celui de la cellule, et revêtues d'une membrane fort mince. Elles sont quelquefois pleines d'un liquide coloré en rose ou en violet, mais alors elles ne semblent plus vides comme celles dont le contenu est incolore et homogène, bien qu'elles aient évidemment la même origine. Elles sont globuleuses quand elles sont isolées ou seulement rapprochées ; elles sont parenchymateuses quand elles sont fortement pressées ; elles varient beaucoup en grosseur, car tantôt elles sont en grande quantité dans la cellule, tantôt celle-ci est presque remplie par une, deux ou trois. Leur existence n'est souvent que passagère, mais fréquemment aussi une partie seulement de ces vésicules sont résorbées ; il en reste quelques-unes qui concourent à la multiplication utriculaire, et seules ou presque seules l'accomplissent dans certains organes. M. Nägeli les a très bien décrites, mais il les regarde comme des vacuoles, bien qu'il y reconnaisse une membrane. Il leur refuse la qualité de vésicule : 1° parce qu'il n'a pas remarqué en elles des propriétés analogues à celles des cellules ; 2° parce que la membrane qui les entoure ne serait qu'une fausse membrane due à la plus grande densité du mucus à leur pourtour. « Le mucus dans lequel ces vacuoles apparaissent, est, dit-il, ou partout de même densité, ou il est plus dense au pourtour de la cavité, et forme comme une membrane autour de cette dernière. Dans ce cas, les cavités paraissent comme des vésicules. Cette structure, d'apparence vésiculaire, est d'autant plus trompeuse, que la densité du mucus est plus différente au pourtour immédiat de la vacuole et dans le reste de la cavité cellulaire ; elle est, en outre, plus trompeuse, quand les vacuoles sont plus grandes et en moindre quantité, et lorsque le mucus en général est plus raréfié et plus transparent. Les vacuoles ont au contraire plus l'apparence de réelles, de simples vacuoles, quand elles sont petites et nombreuses, et quand le mucus est plus épais et non transparent. » Je cite textuellement ce passage de M. Nägeli, parce qu'il peint très bien l'état des choses. Seulement il faut prendre la contre-partie de ce qu'il admet, et dire que la nature vésiculaire est d'autant plus facile à reconnaître, que le mucus de la cavité cellulaire est moins dense et plus transparent, et qu'elle est au contraire d'autant moins évidente que ce mucus est plus épais et non transparent ; c'est que aussi, dans ce dernier cas, on n'a souvent en réalité que des vacuoles.

Ces vacuoles, suivant M. Nägeli, contiennent de l'eau. En parlant des vésicules roses, j'en décrirai qui ne contiennent qu'un tel liquide homogène et d'abord incolore, mais qui peu à peu prend une teinte légèrement rosée, qui se fonce de plus en plus, jusqu'à ce qu'il ait une teinte de carmin ou de violet assez foncé Dans les figures 16, 17, 18, planche 4, elles sont encore incolores ; elles sont colorées dans les figures 19, 20, 21, etc. M. Nägeli eût assurément pris les premières, les non colorées, pour des vacuoles véritables, bien qu'elles soient certainement de même nature que les roses.

« On les observe, ajoute-t-il, dans la plupart des cellules, qui, de l'état où leur cavité est tout à fait remplie de mucus homogène, passent à celui où le mucus s'est déposé sur la paroi comme une couche muqueuse. » Ici je pense comme M. Nägeli ; il n'y a le plus souvent que des vacuoles dans cette circonstance. « De plus, continue-t-il, elles existent aussi plus tard fréquemment dans les cellules, quand celles-ci, outre la substance ferme, contiennent un mucus homogène ; je les ai vues dans cette phase tardive de la vie des utricules, depuis les cellules des Conferves, des Siphoniées et des Champignons filamenteux, jusqu'aux cellules parenchymateuses des Phanérogames ; elles sont ici un phénomène normal de la vie des cellules. » Oh ! dans ce dernier cas, je parle des Phanérogames, parce que je n'ai pas étudié les végétaux inférieurs, je suis à cet égard complétement en désaccord avec M. Nägeli, car je pense que ses prétendues vacuoles sont alors de véritables vésicules, qui, dans certains cas, comme le montrent les figures 17, 20 et 21, planche 4, etc., se remplissent d'un liquide coloré, ou même de grains de matières colorantes, comme celles qui sont représentées figures 1 *a*, *b*, et 4 *A*, *B*, *D*, planche 3. On ne conçoit pas bien d'ailleurs comment de simples vacuoles pourraient être l'*état normal* dans les cellules. Il me semble qu'il n'y a qu'un organe remplissant des fonctions spéciales, comme peut le faire une vésicule, qui puisse exister normalement dans les cellules.

Voici comment M. Nägeli croit pouvoir expliquer la formation de ces prétendues vacuoles : « Du mucus (contenu de la cellule) se séparent de grandes ou de petites quantités d'eau, qui prennent une forme globuleuse, suivant les lois de la physique. Par la perte de l'eau, le mucus se contracte, et devient plus épais. Lorsque la goutte d'eau reste longtemps dans le mucus sans subir de changement, la couche de mucus qui le touche se coagule par l'influence de cette eau, comme c'est toujours plus ou moins le cas à l'égard du mucus ou de l'albumine dans l'eau. De cette manière naissent dans les cellules d'apparentes vésicules, claires comme de l'eau, pourvues d'une membrane particulière. » Je ne crois pas nécessaire de discuter cette explication. On ne comprend guère une telle séparation d'eau dans le contenu de la cellule. Il est bien plus naturel d'admettre, il me semble, que, sous l'influence d'une force physiologique, un globule de substance transparente, moins dense que le mucus ambiant, si l'on veut, se forme d'une manière analogue à celle qui produit les globules plus denses, dont j'ai parlé en traitant de la naissance des vésicules nucléaires, des vésicules cristalligènes, et dont je parlerai encore à l'occasion de plusieurs autres sortes de vésicules.

M. Mohl soutient la même opinion, et à peu près par les mêmes arguments que M. Nägeli, à la page 202 de son travail intitulé : *Die vegetabilische Zelle* (1850). Il reconnaît qu'il y a souvent tout à fait l'apparence d'une membrane autour de ces vacuoles, qu'il compare aux bulles gazeuses contenues dans un liquide mousseux. Malgré l'opinion contraire de deux anatomistes aussi éminents que MM. Hugo Mohl et Nägeli, je persiste à penser qu'il y a là autre chose que de simples vacuoles, qu'il y a réellement des vésicules. Ce qui va suivre achèvera de le démontrer ; mais auparavant, je dois parler de quelques phénomènes qui concernent les vacuoles proprement dites, et qui ne sont pas sans avoir quelque rapport avec la formation des vésicules fausses vacuoles, puisque du mucus ou protoplasma bordant ces vacuoles, nous verrons dans quelques cas naître des membranes limitant des cellules nouvelles.

Je disais tout à l'heure qu'une des raisons qui ont empêché M. Nägeli de considérer ces prétendues vacuoles comme des vésicules, c'est que la membrane paraît formée par le protoplasma environnant. C'est une considération contraire à celle-ci qui a empêché plusieurs autres anatomistes, et M. Mohl en particulier, de comprendre partout la multiplication utriculaire par division. Ils n'ont pu croire que la cloison qui traverse les cellules puisse être formée par le protoplasma ambiant, c'est-à-dire qui est placé de chaque côté. Parce qu'elle est intimement liée à la membrane de cellulose de l'utricule mère, ils ont pensé qu'elle devait toujours procéder de cette membrane. Il est vrai que cette opinion de M. Mohl est fondée sur des observations faites sur des végétaux inférieurs, en particulier sur le *Conferva glomerata*, et sur la formation de certains grains de pollen, observations dont je ne conteste pas l'exactitude. Mais je tiens pour bien sûr aussi que, dans la couche génératrice de beaucoup de végétaux que j'ai examinés, les cellules ne naissent pas par le mode de formation adopté par M. Mohl comme général.

Si ce mode de division des cellules se présentait partout où les cellules se partagent, comment se fait-il que M. Mohl n'ait pas figuré un seul exemple de cloisonnement incomplet dans les belles figures qu'il a données (*Die vegetabilische Zelle*, fig. 58), et qui représentent bien réellement le phénomène, tel qu'il se voit toujours dans les cas semblables. M. Mohl nous le dit (page 218) : c'est qu'il n'a jamais trouvé son cloisonnement centripète, quels que soient les efforts qu'il ait faits, que là où il l'a figuré ; que « dans l'infinie majorité des cas, dans l'étude d'un tissu cellulaire saisi en voie de multiplication, on ne réussit pas à trouver l'accroissement successif des parois de séparation de l'extérieur vers l'intérieur ; et que, lorsqu'il admet que ce procédé a lieu généralement, c'est qu'il s'appuie sur l'analogie d'un petit nombre de cas.... » Il lui paraît plus logique de généraliser ce petit nombre de cas (c'est lui qui le dit), que d'admettre, comme base de la doctrine du développement des cellules, des observations même nombreuses, dans lesquelles on ne voit pas cet accroissement successif de l'extérieur vers l'intérieur. J'en demande bien pardon à M. Mohl, mais je crois devoir lui faire observer que, si son mode de développement par étranglement du contenu de la cellule n'est pas général, les observations nombreuses qu'il repousse peuvent être exactes. C'est, je crois, ce qui a lieu réellement, et je vais le prouver en décrivant un mode de division des cellules, qui n'est point celui que M. Mohl admet comme général, et dont l'observation est très facile. S'il y a une exception, il peut en exister un nombre infini.

Je ne m'arrête pas davantage à cette discussion, sur laquelle je reviendrai plus tard en traitant spécialement de la multiplication utriculaire. Je me contenterai de décrire ici, parce qu'il se rattache à l'existence des vacuoles, un mode de division que je me garderai bien de donner comme général, parce qu'il ne l'est certainement pas, et que l'influence des idées dominantes a probablement empêché de découvrir.

Voici en quoi il consiste. J'ai dit déjà plusieurs fois que, pendant l'extension des jeunes cellules, le protoplasma qui les remplit ne pouvant suivre cette extension, reste en partie adhérent au pourtour de chaque cellule, et se retire en partie sur un ou plusieurs points de celle-ci. Il en résulte souvent deux ou plusieurs vacuoles, qui grandissent à mesure que la cellule s'étend. Si la cellule est allongée et très étroite, les vacuoles sont séparées par des cloisons protoplasmiques plus ou moins épaisses, qui produisent les membranes qui doivent diviser la cellule primitive. Tantôt il se forme, dans l'intérieur de ces cloisons protoplasmiques, une seule membrane mince qui se dédouble plus tard ; tantôt il en naît deux séparées par une épaisse couche de protoplasma, qui est résorbée peu à peu avec les parties correspondantes de la cellule mère ; car ici, bien certainement, la cellule mère ne s'est pas infléchie vers l'intérieur, elle est restée rectiligne sans changer de configuration. Des membranes cellulosiques de séparation se sont formées soit dans l'intérieur de la cloison de protoplasma, comme je viens de le dire, soit sur chaque face de cette cloison, à la limite des vacuoles correspondantes.

Ce phénomène se voit très bien encore en ce moment (11 octobre) sur les jeunes rameaux du *Joliffia africana*, où il opère la multiplication des cellules allongées des faisceaux fibro-vasculaires. C'est ce phénomène que j'ai représenté sur la planche 3, aux figures 21, 22 et 23. La cellule *a*, figure 23, est pleine d'un protoplasma finement granuleux. Au contraire, le protoplasma des cellules qui ont fourni la figure 21 offrait des vacuoles au nombre de deux ou plusieurs. Ces vacuoles ne sont encore que très petites en *a* ; elles sont plus grandes dans les autres cellules en *b*,*b* ; mais on voit dans cette figure 21 qu'il n'existait encore aucune trace de membrane entre ces vacuoles contenues dans la même cellule, en *c*,*c* par exemple. Il en est autrement dans les figures 22 et 23. Dans les parties où la couche protoplasmique, située entre deux vacuoles, était très épaisse, comme en *d*,*d*, il naît du protoplasma, et de chaque côté, une membrane qui borde chaque vacuole, et qui paraît en union intime avec la paroi de la cellule mère (pl. 3, fig. 22 *d*, 23 *d*). Quand la couche protoplasmique séparant les deux vacuoles est seulement mince, la cloison de cellulose est simple ou peut paraître telle; mais elle se dédouble plus tard (pl. 3, fig. 22 *F*, 23 *F*). Elle est même double quelquefois dès le principe au contact de la cellule mère. Quand ces membranes de séparation sont formées, s'il y en a deux séparées par du protoplasma, celui-ci se résorbe peu à peu comme en *E*, fig. 22, et en *d*, *d*, figure 23, où l'on voit le commencement de cette résorption. Les parties de la cellule mère correspondant à l'intervalle qui sépare les deux nouvelles cellules, sont également dissoutes, et les cellules filles se trouvent libres, et peuvent continuer isolément leur accroissement.

La figure 20 de la même planche 3 représente une division analogue des cellules de l'épiderme du jeune embryon de l'*Orobus variegatus*. Le contenu liquide vert de ces cellules a peu de densité, et quand elles commencent à s'étendre, on voit souvent cette sorte de protoplasma fluide se déplacer dans la cellule, où il peut être réparti sous la forme d'un amas pariétal comme en *b*, *c*, ou d'une masse globuloïde, qui va d'un côté à l'autre des étroites cellules, comme en *a*, ou bien de colonnes ou plutôt de cloisons plus ou moins épaisses, comme en *p*, *p*, qui divisent la cellule. C'est dans l'intérieur de ces cloisons que se forment les membranes de séparation, d'abord extrêmement minces, qui doivent partager les cellules (*s*, *s*).

On voit donc que, dans les deux cas dont je viens de parler, et surtout dans le premier qui montre plus nettement le mode de formation des membranes de séparation, la division des cellules se fait tout autrement que celle qui a été décrite par M. Mohl comme générale. Il est bien clair ici que l'utricule dite primordiale ne joue aucun rôle, et que la membrane de cellulose ne se replie point vers l'intérieur, ainsi que le montrent les figures 22 et 23, en *a*, *a*. C'est par un mode semblable que paraissent se multiplier assez fréquemment les cellules de la couche génératrice, c'est-à-dire par la formation de cloisons au milieu du protoplasma qui sépare des vacuoles préalablement développées ; mais le plus souvent la division des cellules de cette couche génératrice se fait dans le protoplasma, sans qu'il y ait d'abord formation de vacuoles. Je n'examinerai point ici la question de savoir s'il se fait une simple cloison, une production toute locale, ou si cette cloison est, comme l'a dit M. Nägeli, continuée tout autour du contenu de chaque nouvelle utricule secondaire. Cette discussion m'entraînerait trop loin de mon sujet, et puis, ainsi que je l'ai dit, j'y reviendrai dans un travail spécial. Je me borne donc à signaler en ce moment ce que l'œil peut aisément saisir.

Il peut donc y avoir dans les cellules végétales et des vacuoles réelles, et des vésicules qui ont été confondues avec ces vacuoles. J'ai déjà dit que ces vésicules concourent à la multiplication utriculaire dans certaines circonstances. J'ai surtout remarqué ce phénomène dans divers albumens, et dans l'embryon du *Pisum sativum*, etc., où il existe simultanément avec les modes de multiplication que j'ai décrits en parlant du nucléus, et figurés planche 1, figures 29-37.

Pendant longtemps, j'ai douté que cette multiplication des cellules par les vésicules fausses vacuoles eût lieu, parce que très souvent leur existence n'est réellement que temporaire : telles sont celles que j'ai trouvées quelquefois dans les cellules de la feuille du *Pleurothallis circumplexus* (pl. 3, fig. 5, *v*,*v*), et dans les utricules du fruit du *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinella* (pl. 3, fig. 6, *v*,*v*), etc., etc. (1), et parce que, étant très petites et fort nombreuses, la plupart d'entre elles sont résorbées. Comme on ne voit point croître sous ses yeux celles qui deviennent des cellules, on n'est pas certain de leur origine quand une fois elles sont grandes et que leurs petites sœurs ont disparu. Mais, en suivant la maturation des fruits pulpeux pour y voir la résorption de l'amidon, j'ai observé que, dans plusieurs fruits, par exemple dans ceux du *Lycopersicum esculentum*, du *Solanum nigrum*, etc., les vésicules en question offraient des dimensions très diverses. Il y en avait d'extrêmement petites, et d'autres qui atteignaient la dimension de grandes utricules. La figure 3 de la planche 3, par exemple, représente un grand nombre de ces petites vésicules *v*, *v*, renfermées dans une grande cellule, avec d'autres vésicules qui contenaient des granules rouges *c*, *c*, et un triple nucléus *n*, qui semblait avoir été renfermé dans une membrane unique (?). *p*, *p*, indique l'utricule protoplasmique (utricule primordiale), et *a*, *b*, la paroi proprement dite de la cellule. J'ai vu, de plus, que les membranes des vieilles cellules étant résorbées (on trouve quelquefois de ces cellules dont les membranes sont réduites à une minceur extrême), leur contenu liquide se trouve épanché entre les autres utricules, et avec ce liquide les vésicules dont je m'occupe, les nucléus et les vésicules à grains colorés, qui elles-mêmes prennent souvent la dimension de cellules véritables. Dans cette circonstance, nos vésicules fausses vacuoles acquièrent souvent de très grands diamètres, et elles produisent des vésicules colorées ou chromulifères. Ce sont des vésicules tirées d'un fruit du *Lycopersicum esculentum* commençant à devenir pulpeux, qui sont dessinées en *A*, *B*, *D*, fig. 4, pl. 3. Il était né déjà à la surface interne de leur membrane de petites éminences rouges de Mars, qui deviennent plus tard des vésicules chromulifères. *D*, *B*, *A*, indiquent déjà des âges différents ; les vésicules *v* sont plus jeunes que les précédentes, et ne contiennent pas encore de corpuscules rouges. Dans la vésicule ou jeune cellule *D*, on voit déjà en *v' v'* de jeunes vésicules semblables à celles qui étaient répandues dans le liquide environnant de leur mère *D*. Les figures 1 et 2 montrent des vésicules tirées d'un fruit vert encore, dont le placenta commençait à devenir pulpeux. Les vésicules de la figure 1, et la jeune cellule de la figure 2, qui ne paraissait être elle-même qu'une vésicule agrandie, étaient répandues dans le liquide de la pulpe. Les vésicules *d*, *e*, *f*, *h*, fig. 1, pl. 3, sont autant d'états de développement différents, et il paraît bien évident que la petite cellule *a*, qui contient déjà une vésicule chlorophyllienne pariétale (et c'est pour cela que je l'appelle *cellule*), est de même nature que la vésicule *h*, et par conséquent que *f*, *e* et *d*.

---

(1) *Note de l'Auteur.* — Dans cette dernière plante, les vésicules fausses vacuoles étaient accompagnées de petites vésicules contenant des grains d'amidon.

De plus, la cellule plus grande, elliptique *b*, a certainement la même origine que *a* et par conséquent que *d*, et il est de toute probabilité qu'il en était de même de la cellule représentée par la figure 2. On voit dans l'intérieur de cette cellule (fig. 2), outre les vésicules de chlorophylle qui contiennent des grains d'amidon, trois grandes vésicules qui avaient déjà la dimension de trois cellules, bien qu'elles ne continssent pas encore de matière colorante. Ces grandesvésicules refoulent les grains verts ou vésicules chlorophylliennes libres dans le protoplasma, lesquelles vésicules chlorophylliennes sont nées à la périphérie de la cellule mère, comme on le voit en *cc*, figure 1, dans la jeune cellule *b*.

Il paraît donc prouvé, par les exemples que je viens de citer, que les vésicules fausses vacuoles deviennent de véritables cellules. Mais les fruits pulpeux, qui ont donné ces exemples, constituaient des cas très particuliers, et cela était déjà très important; cependant il était bon de s'assurer s'il en était bien ainsi dans les cas où je les avais étudiées précédemment, dans les cellules appartenant à d'autres organes. L'albumen du *Zea Mays* m'en offrit un bel exemple qui ne laisse rien à désirer à cet égard ; car, à la multiplication par les nucléus dont j'ai parlé dans la première partie de ce travail, cet albumen joint la multiplication par les vésicules fausses vacuoles, et celles-ci ont même une bien plus grande part que les vésicules nucléaires à la production des cellules.

Dans les utricules de cet albumen naissent souvent de nombreuses vésicules (pl. 3, fig. 7, v, v', v''), mais un petit nombre d'entre elles s'accroissent beaucoup ; celles qui grandissent refoulent les autres, le protoplasma et le nucléus, dans les intervalles qui les séparent, où le tout est résorbé. Ainsi, dans la figure 7, il y a un grand nombre de vésicules avec le nucléus *n* au centre de la cellule. Quelques-unes de ces vésicules v', v'' sont grandes, et, dans les intervalles qu'elles laissent entre elles, sont les vésicules plus petites *v*. Dans la figure 8, on ne voit plus que quatre grandes vésicules v' et une très petite *v*, refoulée avec le nucléus *n* qui est très comprimé par les grandes vésicules. La paroi de la cellule mère disparaissant, les vésicules deviennent des cellules. On trouve toutes les transitions dans l'albumen du Maïs. C'est de la même manière que se multiplient les cellules de l'albumen de bon nombre de plantes, de celui du *Pinus brutia* par exemple, dont les figures 9 et 10, planche 3, représentent deux cellules; mais dans cette plante les vésicules sont ordinairement moins nombreuses à l'origine que dans celles du *Zea Mays*. Quand les vésicules sont peu nombreuses, elles ont de très bonne heure l'apparence de jeunes cellules, et c'est pour cela probablement que, dans certains cas, les anatomistes ont cru voir une division des cellules. Avec des opinions préconçues comme celles de M. Mohl, par exemple, qui repousse l'existence de tout organe vésiculiforme autre que la cellule, on peut aisément méconnaître des faits d'ailleurs très évidents.

(*La suite prochainement.*)

RECHERCHES

SUR LA

FAMILLE DES AMARYLLIDACÉES,

Par M. J. GAY.

PREMIER MÉMOIRE.

ESQUISSE MONOGRAPHIQUE DES NARCISSÉES A COURONNE RUDIMENTAIRE,

COMPRENANT :

Les Narcisses d'automne et le genre *Carregnoa*, plus un genre nouveau proposé sous le nom d'*Hesperethusa*, avec des observations sur les genres à admettre dans les Narcissées et sur la signification morphologique de la couronne dans la même tribu.

(Communiqué à la Société botanique de France dans les séances des 14 janvier et 25 février 1859.)

Les plantes dont j'ai à parler ici font partie de la tribu des Narcissées, telle qu'elle a été établie par W. Herbert (*Amaryll.*, 1837, p. 292), et bien différente de celle qu'Endlicher entendait sous le même nom (*Gen. pl.*, 1836-40, p. 178).

Cette tribu repose sur un ensemble de caractères qui manquent aux autres Amaryllidacées, ou qui s'y trouvent combinés avec d'autres éléments : *Fibres radicales très simples. Axe végétal d'une seule pièce, non organisé en sympode. Une ou plusieurs gaînes sans limbe précédant les véritables feuilles. Hampes florales axillaires* (*conséquence de l'axe simple*). *Spathe monophylle, tubuleuse-comprimée, bicarénée* (*les carènes continuant les angles de la hampe*), *s'ouvrant longitudinalement du côté qui regarde la feuille mère de la hampe. Périgone infundibuliforme, à tube bien marqué et à limbe régulier, la gorge pourvue d'une couronne tubuleuse. Filaments adnés au tube du périgone plus ou moins longuement, et de manière à y former deux étages : un inférieur pour les filaments pétalins, un supérieur pour les sépalins ; ceux-ci généralement plus longs que* *les autres (l'Ajax est le seul genre où les filaments soient de longueur égale), et se produisant au delà du tube sans contracter aucune adhérence avec la couronne. Ovaire renfermant dans l'épaisseur de ses cloisons un appareil nectarin, qui s'ouvre par trois ostioles au sommet de l'ovaire, à l'intérieur des enveloppes florales.*

La tribu s'est formée à peu près exclusivement du démembrement des *Narcissus* de Linné. Haworth la divise en seize genres : *Corbularia*, *Ajax*, *Oileus*, *Assaracus*, *Illus*, *Ganymedes*, *Diomedes*, *Tros*, *Queltia*, *Schizanthus*, *Philogyne*, *Jonquilla*, *Chloraster*, *Hermione*, *Helena* et *Narcissus*, prétendant que ce sont des genres très naturels, qui seront adoptés tôt ou tard, fondés qu'ils sont sur un examen scrupuleux des caractères et sur l'expérience d'un demi-siècle (Haw., *Monogr.*, 1831, p. 1-16).

L'espérance de Haworth a été jusqu'ici bien déçue, car M. Spach est de tous les auteurs subséquents celui qui a eu le plus d'égards pour l'œuvre de l'auteur anglais, et il n'admet les seize genres de ce dernier qu'à titre de sections ou sous-genres, dont toutes les espèces sont pour lui des *Narcisses*, comme on les entendait précédemment. Le tableau monographique que M. Spach donne du genre ainsi partagé est d'ailleurs exactement calqué sur la monographie de Haworth, dont il n'est, à proprement parler, qu'une traduction française (Spach, *Hist. nat. des végét. phanérog.*, XII, 1846, p. 430-455).

W. Herbert avait, avant M. Spach, porté la hache, d'une main plus hardie, sur le travail de Haworth, et réduit presque à rien son échafaudage. W. Herbert, le grand réformateur des Amaryllidacées, n'admet les divisions génériques de Haworth, avec leur circonscription originelle, que pour le *Corbularia* et le *Narcissus* (ce dernier restreint au *N. poeticus* et aux deux espèces les plus voisines) ; *Oileus* rentre pour lui dans *Ajax ; Assaracus* et *Illus*, dans *Ganymedes ; Diomedes*, *Tros*, *Schizanthus*, *Philogyne* et *Jonquilla*, dans *Queltia ; Chloraster*, dans *Hermione ;* et *Helena*, dans *Narcissus*. De sorte que, pour W. Herbert, les seize genres de Haworth se trouvent réduits à six : *Corbularia*, *Ajax*, *Ganymedes*, *Queltia*, *Narcissus* et *Hermione* (W. Herb., *Amaryll.*, 1837, p. 296-329).

Kunth, venu plus tard, a conservé intacts les cadres tracés pai son devancier, et il s'est contenté d'en enrichir le contenu par un travail qui n'est point sans mérite, quoique en majeure partie compilatoire (Kunth, *Enum.*, V, 1850, p. 704-758).

Huit ans après, M. Parlatore arrive avec un tableau fait à neuf et consciencieusement élaboré des Narcissées d'Italie. Les genres *Corbularia* et *Ganymedes* n'y figurent point, attendu que ce sont des types occidentaux qui manquent à la péninsule italique. Mais l'auteur a des matériaux pour les quatre autres genres de Herbert, et il en admet trois, comprenant l'*Hermione* dans le *Narcissus*, et restreignant le *Queltia* aux seuls *N. incomparabilis* et *odorus*. Les Narcissées d'Italie se composent donc pour M. Parlatore des trois genres *Ajax*, *Queltia* (modifié comme je viens de le dire) et *Narcissus*, embrassant l'*Hermione* de Herbert (Parlat., *Fl. ital.*, III, I, 1858, p. 106-160).

Je décrirai plus loin, sous le nom d'*Aurelia*, un genre nouveau qui fait partie du même groupe, auquel il faut encore rattacher, suivant moi, le *Carregnoa*, genre que Herbert et Kunth rapportent, sous le nom de *Tapeinanthus*, à la section *Sternbergieæ* dans la tribu *Amaryllideæ* des vraies Amaryllidées. Le groupe des Narcissées se composerait donc aujourd'hui des sept genres *Corbularia*, *Ajax*, *Queltia*, *Ganymedes*, *Narcissus*, *Aurelia* et *Carregnoa*.

Quel est le mérite de ces genres ? On en jugera par le tableau suivant, dans lequel j'ai résumé les principaux caractères de chacun d'eux.

Tube floral largement obconique ; limbe largement ouvert; couronne au moins aussi longue que le limbe ; filaments soudés avec le tube par leur base seulement, libres dans tout le reste de leur longueur.

Filaments ascendants, égalant à peu près la couronne : CORBULARIA.

Filaments droits, d'égale longueur, trois fois au moins plus courts que la couronne : AJAX (1).

---

(1) M. Parlatore se trompe, je crois, lorsqu'il cherche un autre caractère de l'*Ajax* dans l'anthère fixée au filament par l'échancrure de sa base (Parlat., *Fl.*

Tube cylindrique, peu ou point renflé au sommet; limbe réfléchi, à la manière des *Cyclamen;* couronne très longue, égalant à peu près le limbe; filaments soudés au tube de manière à former deux verticilles libres dans la moitié supérieure du tube, ceux du verticille inférieur inclus, ou peu saillants, ceux du verticille supérieur plus longs, égalant quelquefois ou même dépassant la longueur de la couronne : GANYMEDES.

Tube étroitement obconique, passant à la forme cylindrique; limbe largement ouvert; couronne de moitié plus courte que le limbe; filaments soudés au tube de manière à former deux verticilles libres dans la moitié supérieure du tube, ceux du verticille inférieur plus longs, aucun d'eux ne dépassant le sommet du tube : QUELTIA.

Tube cylindrique; couronne généralement beaucoup plus courte que le limbe, au moins de moitié; filaments soudés au tube, de manière à former deux verticilles libres dans la moitié supérieure du tube.

Limbe largement ouvert; couronne quelquefois rudimentaire; tous les filaments inclus; ou les supérieurs peu saillants : NARCISSUS.

Limbe relevé en cloche; couronne rudimentaire; les filaments inférieurs inclus, les supérieurs atteignant le tiers du limbe : AURELIA.

Tube obconique, très court; limbe dressé, en forme de cône renversé, quatre ou cinq fois plus long que le tube; couronne rudimentaire; fila-

ital., III, I, p. 107 et 109). Dans l'*Ajax*, comme dans toutes les autres Narcissées, les deux loges de l'anthère sont réunies par un étroit et mince connectif qui s'arrête un peu en deçà de la base de l'anthère, où les deux loges prolongées forment une échancrure. Mais ce n'est point par cette échancrure que le filament saisit l'anthère, c'est par un point plus élevé et par son dos, de sorte que l'anthère ayant 12^{mm} de longueur et son échancrure basilaire 2^{mm}, c'est à 4^{mm} de la base des loges que le filament s'attache à l'anthère. C'est là ce qu'on voit dans l'étamine encore vierge, avec les mesures et proportions que je viens d'indiquer. Plus tard, et après la déhiscence, l'échancrure peut bien se prolonger par déchirement et atteindre le point d'attache de l'anthère, de manière à faire paraître celle-ci fixée par sa base. Mais ce n'est qu'une apparence qui ne change rien à l'état réel des choses. Le seul fait qui vaille la peine d'être remarqué, c'est qu'ici le filament saisit l'anthère par son tiers inférieur, tandis que dans la plupart des autres Narcissées, c'est par un point qui touche de très près à son milieu.

ments soudés au tube de manière à former deux verticilles fixés l'un à la base, l'autre au sommet du tube, tous ces filaments très saillants et dépassant les deux tiers du limbe : CARREGNOA.

On voit, par ce tableau, que la plupart des sept genres ont quelque chose d'important qui leur est propre et qui peut fort bien les caractériser comme genres. Le *Corbularia* est remarquable entre tous par ses filaments ascendants; le *Corbularia* et l'*Ajax* le sont par leurs filaments libres presque à partir de la base du tube; le *Carragnoa* l'est par son limbe floral dressé en cône renversé et par ses filaments formant deux verticilles aux deux extrémités d'un tube très court; l'*Aurelia* par son limbe floral relevé en cloche; le *Narcissus*, enfin, par ses deux verticilles staminaux superposés dans la moitié supérieure du tube. Le *Ganymedes* diffère du *Narcissus* par des caractères moins importants, limbe réfléchi, couronne très grande, filaments supérieurs très saillants, égalant presque ou même dépassant la couronne; j'estime néanmoins qu'il doit aussi être conservé comme genre. Quant au *Queltia*, réduit, comme le propose M. Parlatore, aux deux espèces *incomparabilis* et *odora*, il ne se distingue du *Narcissus* que par le caractère tout à fait insignifiant de son tube floral plus évasé dans le haut, c'est-à-dire plus conique, moins cylindrique, d'où il suit que, pour moi, c'est un élément à réintégrer purement et simplement dans le genre *Narcissus*.

Groupe des Narcisses à couronne rudimentaire.

Quoi qu'il en soit de ces distinctions génériques, il y a dans le genre *Narcissus*, tel qu'il est aujourd'hui circonscrit par M. Parlatore, un groupe très naturel qui se compose exclusivement d'espèces automnales et à fleurs blanches ou vertes, groupe que Herbert, Kunth et M. Parlatore ont parfaitement reconnu, sans pouvoir lui assigner d'autre caractère que sa floraison tardive. Ces plantes ne sauraient, dans aucune classification, être séparées les unes des autres; Haworth est le seul auteur qui ait été assez mal inspiré pour en détacher une (le *Narcissus viridiflorus* Schousb.), sous le titre générique de *Chloraster*.

Kunth, qui a fidèlement recueilli les traditions de ses devanciers, énumère comme faisant partie de ce groupe : *Hermione elegans* Haw., *H. serotina* Haw., *H. autumnalis* Rœm., *H. æquilimba* Herb., *H. obsoleta* Haw., *H. deficiens* Kunth et *H. viridiflora* Haw. (Kunth, *Enum.*, V, p. 748-751). Mais de cette richesse apparente il y a beaucoup à rabattre. L'*Hermione æquilimba* Herb., d'après la figure qu'en donne l'auteur (*Amaryll.*, tab. 48, fig. 1), appartient évidemment à la section toute différente du *N. Tazetta*. L'*H. autumnalis* Rœm. n'est, de son côté, qu'un synonyme pur et simple de l'*H. elegans*. Il en est à peu près de même de l'*H. deficiens* Kunth (*Narcissus deficiens* Herb.), qui ne diffère de l'*Hermione serotina* que par un caractère insignifiant de la couronne, organe éminemment variable dans cette espèce. Enfin l'*H. obsoleta* n'a d'autre base qu'une horrible figure du *Paradisus terrestris* de Parkinson, dans laquelle il est permis de reconnaître encore l'*Hermione serotina*, en tenant compte de la barbarie tout exceptionnelle qui distingue les gravures sur bois de cet ouvrage. Ces retranchements opérés, il ne reste plus que trois espèces dans le groupe des Narcisses d'automne, savoir : *Narcissus elegans*, *N. viridiflorus* et *N. serotinus*.

Je ne connais le second que par la description et la figure de Schousboe (Marokk., 1800, p. 157, tab. 2), et par la table 1687 du *Botanical Magazine*, d'où il ressort que c'est une espèce très voisine du *N. elegans*, quoique très remarquable par ses fleurs vertes. Quant aux *N. elegans* et *serotinus*, je puis en parler en toute connaissance de cause, grâce aux plantes vivantes qui récemment m'ont été envoyées d'Oran par M. Munby, et dans lesquelles j'ai pu reconnaître tous les caractères essentiels de la végétation, grâce aussi aux nombreux échantillons des deux espèces que j'ai pu comparer dans plusieurs des grands herbiers de Paris. Je me propose de montrer ici, d'abord, qu'indépendamment de leur floraison automnale, les deux plantes ont dans leur organisation plusieurs caractères communs qui leur sont propres, et qui, bien que minutieux en apparence, permettront de les caractériser comme groupe particulier et naturel du genre *Narcissus*, tel que l'entend M. Parlatore. Je signalerai ensuite un caractère singulier de végétation par lequel les mêmes plantes diffèrent l'une de l'autre, et qui est resté à peu près complétement inaperçu jusqu'à ce jour.

Caractères de la végétation communs aux *Narcissus elegans* et *serotinus*.

Dans le *N. elegans*, la pousse de l'année, observée au moment de la floraison, se compose d'abord de deux ou trois gaînes sans limbe, emboîtées les unes par les autres, à sommet tronqué, et de longueur successivement croissante, la seconde plus longue que la première et la troisième plus que la seconde, ces trois gaînes se succédant dans l'ordre alterne-distique. Après les gaînes vient une véritable feuille, qui continue l'ordre précédent et acquiert tout son développement pendant la floraison, feuille à base courtement tubulée, et à limbe glauque, linéaire-subulé, fortement canaliculé en dessus. A l'intérieur du tube basilaire de cette feuille, sont un scape floral, le seul que la plante doive produire dans sa période actuelle de végétation, et un minime bourgeon foliaire préparé pour l'année suivante, ces deux parties tellement placées que le bourgeon semble logé dans l'aisselle de la feuille, tandis que la hampe semble appliquée au côté ventral de la même feuille. On croirait qu'il en est ici comme de beaucoup d'Amaryllidées, où le scape est terminal, et où l'axe, constitué en sympode, se continue par un bourgeon axillaire. Mais un examen attentif montre bientôt qu'ici le bourgeon n'est point réellement axillaire, puisque sa première feuille, la seule de ses parties qui soit encore visible et qui forme un tube ouvert au sommet seulement, a son ouverture tournée, non du côté de la feuille supposée mère, mais du côté opposé, c'est-à-dire du côté de la hampe. Or c'est ainsi que se comporte le bourgeon vraiment terminal dans toutes les autres Narcissées, où il tourne le dos à l'avant-dernière feuille, faisant face au scape floral. Quant à la hampe florale, elle n'est extra-axillaire qu'en apparence. Partout ailleurs dans les Narcissées, cette hampe sort de l'aisselle d'une feuille dimidiée, qui est toujours opposée face à face à la feuille parfaite et à base tubulée qui a précédé. Ordinairement développée en un limbe vert, cette feuille dimidiée est quelquefois réduite à une simple écaille difficile à apercevoir (exemples *Ajax Pseudo-Narcissus* et *N. Tazetta*). Cette feuille peut manquer tout à fait, puisqu'elle a une tendance si évidente à l'avortement. Elle manque complétement dans le *N. elegans*, ou du moins je n'ai pas su en reconnaître la moindre trace dans les quatre bulbes de cette plante que j'ai successivement analysés à l'état frais. Supposez cette feuille rétablie, la pousse annuelle du *N. elegans* se trouvera composée de 4 ou 5 organes foliaires, se suivant sans aucune interruption dans l'ordre alterne-distique, avec une inflorescence dans l'aisselle de la feuille supérieure, inflorescence immédiatement suivie par le bourgeon terminal, dont le propre, en cas de succession immédiate, est de faire face au scape par sa première feuille. Il est impossible d'expliquer autrement l'anomalie que présente le *N. elegans*, mais l'absence complète de la feuille florale n'en est pas moins un fait remarquable qui peut être employé à caractériser le groupe dont cette plante fait partie. L'étude du *N. serotinus* m'a effectivement appris qu'avec des circonstances un peu différentes, le sommet de l'axe, dans cette plante, offrait exactement la même défectuosité.

Un autre caractère commun aux deux espèces réside dans la base tubuleuse et charnue des feuilles, qui est destinée à devenir tunique succulente, et qui, épuisée par le temps, se transformera en une simple membrane sèche et sans vie. A la base intérieure de ces dernières membranes, on remarque, en effet, de nombreuses séries longitudinales de points blancs qui se détachent élégamment sur le fond brun ou noirâtre de la membrane, et qui paraissent manquer dans sa moitié supérieure. Ces points blancs doivent leur origine à des cellules allongées d'une nature particulière, faisant partie du parenchyme de la feuille, ici détruit en majeure partie, et mis à nu par la disparition de l'épiderme qui recouvrait la face intérieure. A ma prière, M. le docteur Weddell a bien voulu examiner microscopiquement ces cellules dans les tuniques encore fraîches de quelques autres Narcissées où elles ont les mêmes apparences, et il les a trouvées remplies de paquets de raphides ou cristaux. Les cellules à raphides sont, comme chacun sait, très communes dans les tissus végétaux; mais il est rare de les voir distribuées comme ici en séries nombreuses et régulières. Le *Carregnoa* (où elles ont été étudiées par M. Weddell), le *Corbularia* et le *Ganymedes*, en fournissent d'autres exemples parmi les Narcissées; mais je ne les ai pas rencontrées ailleurs dans les plantes de cette tribu (1).

La manière dont les scapes floraux se comportent dans le travail de la dessiccation fournit un dernier trait, bien insignifiant sans doute, par lequel nos deux plantes se montrent étroitement alliées. A l'état frais, ces scapes n'offrent rien d'autre qu'un cylindre plein, et sans aucune irrégularité de contour. Mais secs, tels qu'on les trouve dans nos herbiers, on y remarque très souvent des nœuds écartés au nombre de 1 à 5, et semblables à ceux des Joncs dits articulés, semblables en apparence, et ayant pourtant une toute autre orgine, puisqu'ils proviennent, dans les Joncs, de diaphragmes intérieurs qui manquent complétement à nos Narcisses. Je n'aperçois pas la cause de ce phénomène du retrait inégal des tissus du scape; mais le fait existe, et il avait d'autant plus de droit à être mentionné ici, qu'il a été représenté par Clusius dans sa figure du *N. serotinus* (*Hisp.*, p. 252; *Hist. pl.*, p. 162), puis reproduit avec exagération dans une figure de Parkinson (*Parad.*, p. 88, fig. 3), et enfin rappelé maintes fois par les auteurs subséquents, Miller, Tenore, Haworth et autres, qui décrivent le scape du *N. serotinus* comme articulé. Herbert, qui en donne une figure singulièrement exagérée (*Amaryll.*, tab. 41, fig. 30), pense que ces faux nœuds proviennent des œufs ou des larves d'un très petit insecte, déposés dans l'intérieur du scape, ce qui ne me paraît nullement probable. Les auteurs que je viens de citer semblent croire que ces nœuds sont un attribut particulier du *N. serotinus*. Peut-être y sont-ils plus communs; mais ils existent certainement aussi dans le *N. elegans*, et quelquefois très fortement marqués, comme je l'ai vu dans un échantillon récolté par Bové aux environs d'Alger.

---

(1) Depuis que ceci est écrit, j'ai retrouvé la même particularité dans les *Narcissus Tazetta*, *Jonquilla*, *juncifolius* et *dubius* (quatre vrais Narcisses), où elle est encore mieux marquée, les rangées de points blancs y étant plus nombreuses et visibles sur toute la longueur de la tunique, ce qui réduit de beaucoup la valeur que j'avais d'abord attachée à ce caractère.

Les deux plantes qui m'occupent ont donc pour caractères communs : 1° floraison automnale ; 2° défaut de feuille mère à la base du scape floral ; 3° cellules à raphides nombreuses, disposées en séries longitudinales dans le parenchyme de la base des feuilles, et visibles à l'œil nu, sous la forme de points blancs, à la base de la face interne des tuniques sèches ; 4° scape floral plein et cylindrique à l'état frais, subissant par la dessiccation un retrait particulier et inégal, qui souvent le fait paraître marqué de nœuds inégalement espacés.

Le *N. serotinus* est très ordinairement privé de feuilles.

J'ai dit en quoi les deux espèces s'accordent principalement. Il me resterait à dire en quoi elles diffèrent. Les auteurs qui m'ont précédé ont trouvé dans l'inflorescence, dans la forme des lanières du périgone, dans la couronne, etc., des différences palpables, qui séparent à tout jamais les deux plantes. Je les récapitulerai plus loin, et il est inutile que je m'y arrête ici. Mais les mêmes auteurs parlent d'un autre caractère qui distinguerait les deux espèces. Suivant eux, les feuilles seraient hystéranthiées dans le *N serotinus*, et synanthiées dans le *N. elegans*. Or je crains que cette assertion ne repose sur une grande erreur de fait, et c'est ce que je vais essayer de démontrer.

Dans le *N. serotinus*, où la hampe florale est dépourvue de feuille mère comme dans le *N. elegans*, la pousse de l'année est d'ailleurs autrement composée. Elle commence par une gaîne sans limbe, à sommet tronqué ; puis vient une autre gaîne, incluse dans la première, tantôt tronquée comme la précédente, et alors trois ou quatre fois plus courte, tantôt prolongée en une lame blanche et finement membraneuse, qui simule un limbe sans être une véritable feuille, et qui jamais n'atteint le sommet de la gaîne précédente. Au delà on ne trouve plus rien que le scape floral et le bourgeon terminal, tous deux dans la même position relativement à la gaîne n° 2, que les mêmes parties vis-à-vis de la feuille véritable et unique du *N. elegans*. Par conséquent, point de feuille verte, au moins dans les quatre bulbes, adultes et florifères, qui me sont venus d'Oran, et que j'ai pu analyser vivants : je dis adultes, puisqu'il n'est pas un seul de ces bulbes dans lequel je n'aie reconnu, indépendamment du scape floral actuellement développé, les restes d'une ou de deux anciennes inflorescences, sans compter une ou deux inflorescences plus anciennes, dont il serait possible de retrouver les traces parmi les tuniques épuisées et de nature scarieuse, qui persistent en grand nombre autour de l'oignon.

Tel est le *N. serotinus* dans son état adulte; mais il en est autrement de la jeune plante, lorsqu'elle n'a pas encore porté fleur. C'est ce que j'ai pu reconnaître de mes propres yeux dans un faible bulbille, mêlé aux bulbes florifères que m'envoyait M. Munby. Deux tuniques de l'année précédente et de consistance semi-charnue formaient la seule enveloppe de ce bulbille. A ces tuniques succédait un entre-nœud solide, grêle, de forme conique, et long de 10 millimètres sur 3 de largeur basilaire, ce qui est probablement une anomalie analogue à celle qu'Irmisch a signalée dans le *Leucojum vernum* (*Knollen-und Zwiebelgew.*, tab. 7, fig. 10 et 11). La végétation nouvelle continuait et couronnait le sommet du cône, composée de deux gaînes, à sommet tronqué, longues de 10 et 16 millimètres, la seconde plus longue que la première; les feuilles longues successivement de 3 et 8 centimètres, dépassant par conséquent de beaucoup les gaînes sans limbe, à base plus ou moins longuement tubulée, avec limbe vert, cylindrico-subulé, et large d'à peine 1 millimètre, par conséquent très différentes de la feuille unique du *N. elegans*, dont le limbe, large de $2\frac{1}{2}$ à 3 millimètres, est profondément canaliculé en dessus. A côté de cet appareil central continuant l'axe primaire, et naissant pareillement du sommet du long entre-nœud déjà décrit, était (autre anomalie) un minime bulbille de second ordre, dans lequel j'ai pu reconnaître une fibre radicale descendante, une gaîne sans limbe, ouverte au sommet du côté de l'axe, et une feuille verte, plus courte que celles de la pousse principale. Les deux appareils, primaire et secondaire, étaient sans doute terminés par un rudiment de bourgeon; mais la ténuité des parties à disséquer ne m'a pas permis de le mettre à nu.

Telles sont mes observations faites sur le vif, d'où il suivrait qu'avant d'avoir fleuri, le bulbe du *N. serotinus* porte une ou deux feuilles, précédées d'une ou deux gaînes sans limbe, tandis que ce même bulbe, adulte et florifère, ne porte plus aucune feuille, réduit qu'il est à deux gaînes sans limbe.

Voyons maintenant ce que disent les auteurs; je parle des auteurs, en très petit nombre, qui, distinguant le *N. serotinus* du *N. elegans*, ou décrivant indubitablement le premier, ont touché la question de ses feuilles. Je transcris mot à mot ces témoignages dans l'ordre inverse de leur affinité avec mes propres observations :

« Folia post anthesin progredientia, fere ut in *Scilla autumnali.* » (Haw., *Monogr.*, 1831, p. 13.)

« Les feuilles sont toujours synanthiées dans cette espèce (*N.* » *oxypetalus* = *N. elegans*), ce qui n'arrive que rarement dans » le *N. serotinus.* » (Boiss., *Voy. bot. Esp.*, 1839-45, p. 606.)

« Folia vere hysteranthia, cylindrico-filiformia, interdum cum » e terra erumpunt semiteretia. » (Bianca in Guss., *Fl. sic. synops.*, II, 2, 1844, p. 810.)

« Feuilles solitaires ou géminées, étroitement linéaires et presque » filiformes, canaliculées en dessus, plus courtes que la tige, ne » paraissant ordinairement qu'après les fleurs. » (Gren. et Godr., *Fl. de Fr.*, III, 1, 1855, p. 258.)

« Folia hysteranthia, junciformia, glaucescentia, erecta, scapo » breviora. » (Parlat., *Fl. ital.*, III, 1, 1858, p. 157.)

Voilà cinq auteurs qui décrivent le *N. serotinus* comme muni de feuilles et de feuilles hystéranthiées. Bianca et Parlatore les disent cylindrico-filiformes, comme j'ai vu celles des jeunes bulbilles. M. Grenier les désigne comme canaliculées en dessus, ce qui semble emprunté au *N. elegans*, qui pourtant ne vient pas en Corse (1). Quoi qu'il en soit, ces textes montrent qu'aucun des cinq auteurs n'avait connaissance du phénomène que je signale ici.

---

(1) Le *Narcissus serotinus* a été indiqué en Corse par tous les floristes français qui se sont succédé depuis l'année 1827 (Lois., *Nouv. not.*; p. 14. Ejusd.

« Bulbus..... si primum florem profert, foliis destitutus est. Va- » gina sola tubulosa membranacea scapum ambit. Dein folia pro- » germinant, sesquipollicem aut duos pollices longa. » (Curt. Spreng., *Neue Entdeck.*, II, 1821, p. 8.) — Les mots *si primum florem profert* sont quelque peu ambigus. On pourrait croire que la plante est dépourvue de feuilles lorsqu'elle fleurit pour la première fois, *primum* étant alors adjectif; mais la suite montre clairement que ce mot doit être pris comme adverbe, de manière à signifier *au commencement de la floraison*. De sorte que voilà un sixième auteur qui n'a rien vu de ce que j'expose ici.

« Nascitur plurimus ad Anam flumen in Turdulis (1) ubi floren- » tem, et suis capitulis jam maturescere incipientibus, eruebam sub

---

Fl. gall., ed. 2ª ,I, p. 237; Duby *Bot. gall.* I, p. 456; Gren. et Godr., *Fl. de Fr.*, III, p. 258). Mais les caractères qu'ils indiquent, *scape uni ou multiflore* (Lois. et Duby), *fleurs de une à trois*, *rarement plus* (Gren.), *feuilles canaliculées en dessus* (Gren.), *divisions périgoniales lancéolées ou lancéolées-linéaires*, *aiguës ou acuminées*, *mucronées* (Gren.), ont pu faire croire qu'ils prenaient le *N. elegans* pour le *N. serotinus*, ou que les deux plantes venaient en Corse. Mais il n'en est rien. J'ai en ce moment sous les yeux tous les échantillons que M. Moquin-Tandon possède dans son riche herbier de Corse, et qui pourraient être rapportés à l'une ou à l'autre de ces espèces, échantillons récoltés en différents temps par Soleirol, Serafino, Requien et M. Moquin-Tandon lui-même. Ils sont au nombre de 86, provenant les uns de Bonifacio, les autres du cap Rivelata près Calvi, et de l'île Rousse au nord-est de Calvi (c'est-à-dire exclusivement de la côte occidentale de l'île, y compris son extrémité méridionale), et je puis attester qu'ils appartiennent tous au vrai *N. serotinus*, tel qu'il est partout ailleurs. Le scape floral y est ordinairement uniflore, rarement biflore et jamais triflore. Les échantillons biflores, au nombre de 7 sur 86 (1 sur 12 environ), ont été récoltés parmi les uniflores, 5 à Bonifacio, un au cap Rivelata et un à l'île Rousse. Ailleurs, les deux espèces viennent souvent ensemble, mais en Corse et en Sardaigne, comme en Grèce et en Espagne, on n'a jusqu'ici rencontré que le *N. serotinus*.

(1) Les *Turduli* étaient une peuplade de la Bétique, dont le territoire s'étendait au nord jusqu'à Mérida, sur le fleuve *Anus*, aujourd'hui Guadiana (D'Anville, *Géogr. anc.*, 1768, I, p. 44). Il est donc très probable que Clusius désigne ici l'Estramadure espagnole, c'est-à-dire la même contrée où, 170 ans plus tard, Lœfling devait récolter notre plante, en se rendant de Lisbonne à Madrid.

» Octobris finem, nullis e bulbo natis foliis, nec ulla eorum vesti» gia observans, quod sane mihi admirationi fuit. » (Clus., *Hist.*, 1601, p. 162.) — Clusius était un auteur exact, qui ne pouvait confondre une plante sans feuilles avec une plante à feuilles hystéranthiées. Il dit n'avoir vu aucune trace de feuilles sur le bulbe fleurissant ou fructifié du *N. serotinus*, ce qui est parfaitement conforme à mon observation. Mais pour trouver ce premier témoignagne concordant, il m'a fallu remonter presque à l'origine historique du *N. serotinus*, deux cent cinquante-huit années en arrière du jour où j'écris ces lignes !

Ce n'est pas le seul témoignage que je puisse invoquer en faveur de mon observation : *Uno avulso non deficit alter..... aureus.* Une lettre de M. Munby, datée d'Oran le 23 novembre dernier, m'en fournit un second bien plus complet et plus explicite. *Après avoir cultivé la plante dans un pot pour étudier ses feuilles et ses fruits*, M. Munby m'écrivait, sans commentaire ni développement aucun, ces simples paroles : « *Le* Narcissus serotinus, *quand il » fleurit, ne possède pas de feuilles ; les jeunes bulbes qui ne fleu» rissent pas en ont.* » Le second membre de la phrase explique ce que le premier pourrait avoir de douteux. M. Munby veut dire non-seulement que le bulbe adulte et florifère est dépourvu de feuilles, mais encore qu'on trouve des feuilles sur les bulbilles non encore mûris pour la production florale. Or c'est précisément à ce double fait que m'ont conduit mes propres observations, quant aux cinq bulbes, un jeune et quatre adultes, que j'ai pu étudier vivants dans tous leurs détails.

Là n'est pourtant point encore toute la vérité sur la végétation du *N. serotinus.* J'ai dit que, dans cette espèce, le scape floral était immédiatement précédé d'une gaîne beaucoup plus courte que la précédente, et quelquefois munie d'un faux limbe. C'est une feuille avortée qui est destinée à rester telle, mais qui, dans certaines circonstances favorables, pourra très bien se développer en vraie feuille, et c'est effectivement ce qui arrive quelquefois, mais si rarement, qu'il y a lieu de dire qu'ici l'exception confirme la règle. L'exception est même si rare, qu'après avoir tenu, un à un, 162 échantillons de la plante (86 dans l'herbier corse de M. Moquin-Tandon, 39 dans l'herbier de M. Cosson, 33 dans le mien, et 4 dans la collection grecque de Chaubard (celle-ci dans l'herbier de M. Delessert), je n'ai pu en trouver que trois exemples, provenant l'un du cap Rivelata près Calvi, l'autre de Bonifacio, et le troisième de Morée. Là était une véritable feuille, succédant à une gaîne sans limbe, et trois ou quatre fois plus longue que cette gaîne, feuille filiforme, accompagnant l'inflorescence, et tantôt d'égale longueur, tantôt de moitié plus courte, et en tout cas synanthiée comme la feuille beaucoup plus robuste du *N. elegans*. Il est à remarquer que, dans l'échantillon de Bonifacio, la feuille, exceptionnellement développée, était marquée de trois nœuds espacés, comme le scape floral lui-même.

En voilà plus qu'il n'en faut pour montrer que les auteurs cités plus haut, tous à l'exception de Clusius, ont méconnu le vrai caractère de la végétation du *N. serotinus*. L'un d'eux se trompe, lorsqu'il attribue à cette plante des feuilles canaliculées en dessus, ce qui n'appartient qu'au *N. elegans*. C'est à tort aussi, il le paraît du moins, que la plupart d'entre eux disent les feuilles hystéranthiées, puisque je les ai vues synanthiées dans les trois seuls échantillons où elles se soient montrées à moi. Mais la grande erreur qui leur est commune à tous, c'est d'avoir admis cette plante, au moins par leur silence, comme toujours accompagnée de feuilles, lorsqu'il résulte des nombreux matériaux que j'ai eus sous les yeux, que son bulbe florifère n'est feuillé qu'une fois sur cinquante-quatre, et que par conséquent il doit être tenu pour normalement aphylle, ce qui, dans la famille des Amaryllidacées, comme dans toutes les familles voisines, est un fait tout à fait extraordinaire.

Je résume et complète ce qui précède par le tableau monographique des trois Narcisses d'automne, suivi de la description des deux autres genres dont j'ai parlé plus haut, et qui appartiennent à la même tribu, genres qui touchent aux Narcisses d'automne par leur couronne rudimentaire, quoique d'ailleurs très distincts.

NARCISSUS § SECT. AUTUMNALES.

Scapi floralis matrix folium nullum. Scapus partium retractione quadam peculiari et inæquali per intervalla sæpissime nodosus (ut fere Juncorum sic dictorum articulatorum). Aridæ membranæ, bulbum quæ imbricatæ vestiunt, latere interiore punctis albidis in series longitudinales frequentissimas ordinatis (indicio cellularum subcutanearum raphididibus plenarum) per lentem affabre pictæ. — *Flores erecti, non nisi rarissime inclinati. Perigonii laciniæ angustæ, stellatim patentes. Corona omnium congenerum minima (quam ob rem alia plantarum* obsoleta, *alia* deficiens *nuncupata), cæterum varia admodum. Folia paucissima, filiformia vel subulata.*

1. NARCISSUS ELEGANS Spach.

Bulbus uni-rarissime bifoliatus, foliis vaginas 2 vel 3 aphyllas apice truncatas perque gradus longiores excipientibus, synanthiis, subulatis, facie eximie canaliculatis. Scapus 2-7 florus. Perigonii laciniæ candidæ, lineari-lanceolatæ, acutissimæ. Corona flavescens, 2 mm. longa, sæpius conica, integerrima et truncata, passim (*N. oxypetalus* Balans., *Alg. exsicc.!* n. 233, ex Oran) annularis et sinuato-lobata. Filamenta petalina perigonii tubo usque ultra medium tubum adnata, parte libera brevissima, unum tantum millim. longa. Ovula in loculis 9-16, biseriata. Capsula (teste Parlatoreo) oblonga.

Narcissus serotinus Desf., *Atl.* (1800), I, p. 283, *tab.* 82, *fig. dextr.* (*excl. sinistr.*) *et herb.*! (*ex toto*). — Schousb., *Marokk.* (1800), p. 156. — Biv., *Sic. pl. cent.*, 1ª (1806), p. 55. — Guss., *Fl. sic. prodr.*, I (1827), p. 393. — Bertol., *Fl. ital.*, IV (1839), p. 15 (*partim et cum genuino* N. serotino *permixtus*). — *Non Linn.*

N. serotinus β *multiflorus* Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 979. — Chaub. et Bory, *Nouv. Fl. du Pélop. et des Cycl.* (1838). p. 22, n. 542.

Hermione elegans Haw., *Monogr. in Sweet. Brit. flower Gard.*, ser. 2ª, t. I (1831), p. 13, n. 51. — W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 325, tab. 41, fig. 27, et p. 407. — Rœm., *Amar.* (1847), p. 231. — Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 748 (*excl. syn.* 4 *postremis*, *Willde-*

nowii nempe, Haworthii, Rœmeri et Lagascœ ad plantam quæ diversissimam spectant). — Todaro, *Ind. sem. hort. panorm. ad ann.* 1857, p. 43 (*cum notulis ad synonymiam spectantibus*).

Narcissus autumnalis Link., *Symbol. ad Fl. græc. in Linnæa*, IX (1835), p. 569.

N. oxypetalus Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 606 (*fasc.* 19°, *qui ann.* 1842 *die* 1ª *Martii publici juris factus*).

N. cupanianus Guss., *Fl. sic. synops.*, I (1842), p. 382; II, 2 (1844), *Add.*, p. 810.

N. elegans Spach, *Hist. nat. végét. phanérog.*, XII (1846), p. 452. — Parlat., *Fl. ital.*, III, 1 (jul. 1858), p. 159.

Hermione autumnalis Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 231. — Kunth, *Enum.* V (1850), p. 749.

Patria : Ager tingitanus (Schousb.). Algeria littoralis tota quanta ! et Constantina !. Siciliæ provinciæ *Val di Mazzara*, ager scil. parnomitanus (Tin.! et Tod.! in herb. Coss.), et *Val di Noto*, nominatim inter Cataniam et Syracusas (Link). Apuliæ neapolitanæ et Principatus citerioris loca quædam, *Granatelli*, *Eboli* et *Capaccio* (Parlat.). Etruria denique australis maritima circa *Campiglia* (Carboncini in herb. P. Savii, teste Parlat.). — Floret Octobri et Novembri.

β intermedius.

Statura, bulbo unifoliato, scapo bifloro et corona conica integerrima quadrat cum *N. elegante*, perigonii laciniis oblongo-ellipticis, obtusiusculis, exterioribus longiuscule mucronatis cum *N. serotino*, inter ambos quasi intermedius.

Narcissus serotinus Schousb., *Marokk.* (1800), p. 156 (*ex parte, petala enim « lineari-lanceolata, aliquando elliptica et acuminata » describit auctor, quibus verbis ultimis nostrum β indigitare videtur, dum priora « lineari-lanceolata » ad* N. elegantem *sine dubio spectant*).

Hermione obsoleta W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 328, tab. 41, fig. 28 (*ic. deducta ab specimine tingit. herb. Benth., quod specimen verisimiliter idem est ac nostrum Salzmannianum*). — Ejusd. in *Bot. Reg.*, XXXIII (1847), tab. 22, fig. 3 (*ic. ex specimine eodem herbarii Benthamiani, bulbo unifoliato, spatha biflora*, etc.).

Narcissus serotinus Salzm., *Pl. tingit. exsicc.*! *ann.* 1825.

Habitat circa Tingidem, Novembri florens (Salzm.!).

2. NARCISSUS VIRIDIFLORUS Schousb.

Bulbus uni- bi-vel? plurifoliatus, foliis synanthiis, teretibus, fistulosis. Scapus multiflorus (in icone Schousb. 4 florus). Perigonii laciniæ cinereo-virides, lineari-lanceolatæ, acutissimæ. Corona minima, concolor, sexpartita (repando-sexlobata ex icone), laciniis leviter emarginatis. Capsula subrotunda. — Hæc omnia ex Schousb., ubi tamen observandum bulbum verisimiliter nunquam occurre plus quam bifoliatum, nisi adnumeratis foliis bulbilli cujusdam inter tunicas easdem captivi. — Statura, habitus et inflorescentia omnino *Narcissi elegantis*, a quo foliis teretibus, fistulosis, floribus viridibus, corona repando-sexlobata et capsula subrotunda dignoscendus. — Rarissima planta, nobis nondum visa.

Narcissus juncifolius autumnalis flore viridi Park., *Parad. terr.* (1629), p. 94, fig. 6 (quæ rudissima). Unde derivati sequentes :

Chloraster integer Haw., in *Philos. Mag. et Journ.*, febr. 1824, p. 104. — Ejusd. *Monogr.* (1831), p. 7, n. 2. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 214.

Narcissus Chloraster Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 981.

Hermione viridiflora var. 2 *integra* W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 329. — Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 751.

Narcissus integer Spach, *Hist. nat. végét. phanérog.*, XII (1846), p. 453.

Narcissus viridiflorus Schousb., *Marokk.*, fasc. 1 (1800), p. 157, tab. 2 (bulbo unifoliato). — Pers., *Synops.*, I (1805), p. 350, n. 17. — Sims, in *Bot. Mag.*, XL (1814), tab. 1687 (*cum flore omnino viridi*). — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 980. — Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 606. — Spach, *Hist. nat. végét. phanérog.*, XII (1846), p. 452.

Chloraster fissus Haw., in *Philos. Mag. et Journ.*, febr. 1824, p. 105. — Ejusd. *Monogr.* (1831), p. 7, n. 1.

Hermione viridiflora W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 328. —

Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 980.— Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 750.

Chloraster viridiflorus Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 213.

Patria : Tingis et Gibraltaria, secundum Schousbœi verba : « Copiose » legi in loco elevato saxoso humido juxta Tingidem, quando itur ab arce » ad montem Shibil-Kibir, mox dextrorsum flectendo cursum inter hortos » mare versus. In isthmo arenoso inter Gibraltariam et pagum *St-Roque*, » et *Neutral Ground* dicto, hanc plantam rarissimam quoque observavi. » Eadem regione postrema, nempe *in arenosis maritimis oppidi Algesiras*, eamdem legit Webbius (*It. hisp.*, 1838, p. 7). — Floret Octobri et Novembri (Schousb.).

« This strange Rush Daffodil..... has but one only leaf, very long, » round and green, in all I ever saw growing, which beareth no flower » while this green leaf is fresh and to be seen : but afterwards the » stalke riseth up, being like unto the former green leaf, round, naked, etc. » (Park., *Parad.*, p. 94). — Scapo igitur folium præcurrere vidit, idque unicum.

« Scapus floriferus primum prodit, dein folia, floribus adhuc persistentibus. » (Schousb., *Marokk.*, p. 157.) — Folia igitur primum hysteranthia vidit, mox in eodem bulbo synanthia.

3. Narcissus serotinus Lœfl.

Humilior et gracilior quam duo priores. Bulbilli, flori edendo qui nondum apti, mono-vel diphylli, foliis filiformibus, teretibus, facie non sulcatis. Adultus bulbus longe plerumque aphyllus, vaginis instructus duabus, quarum interiorem breviorem scapus floralis immediate sequitur ; quinquagenorum vix unus foliatus, folio unico, synanthio, vaginam unicam aphyllam excipiente, tereti-subulato, exsulco. Scapus uni-rarissime biflorus. Perigonii laciniæ candidæ, oblongo-ellipticæ, exteriores obtusiusculæ, cuspidato-mucronatæ. Corona crocea, unum vel sesquimillim. longa, forma admodum varia, sexpartita vel sexfida (quod frequens, quoque spectat *Herm. deficiens* Herb.), vel lobis geminatim in unum subintegerrimum et truncatum connatis trifida vel tripartita (quod minime rarum), passim sed rarissime incisuris omnibus evanidis annulatim subintegerrima (huc specimen ex Oran). Filamenta petalina perigonii tubo usque ad medium tubum adnata, vel paulo ultra, parte libera 3 mm. longa. Ovula in loculis 15-17, biseriata. Capsula ellipsoideo-subrotunda.

Narcissus autumnalis minor Clus., *Hisp.* (1576), p. 251, *ic.*

N. autumnalis parvus Dod., *Pempt.* (1583), p. 228, *cum ic. Clus.* — Lob., *Ic.* (1591), p. 122, *cum ic. ead.*

N. serotinus sive autumnalis minimus Clus., *Hist.* (1601), p. 162, *ic. ead.*

N. autumnalis minor albus Park., *Parad. terr.* (1629), p. 88, fig. 3 (*iconis Clus. imitatio valde rudis*).

N. albus autumnalis minimus C. Bauh., *Pin.* (1623), p. 51.

Lilio-Narcissus luteus autumnalis Tourn., *Inst.* (1700), p. 386 (*qui in herb. auct. desideratur perperamque luteus dicitur*).

Narcissus serotinus Lœfl., *in Linn. Sp. pl.*, ed. 1ª (1753), p. 290, ed. 2ª (1762), p. 417. — Lœfl., *It. hisp.* (1758), p. 19; *vers. germ.* (1766), p. 19 (*per omnem Extremaduram, in itinere ab Badajos ad Matritum, nov.* 1751). — Willd., *Sp.*, II (1799), p. 41. — Desf., *Atl.* (1800), I, p. 223, tab. 82 (*quoad fig. sinistram, excl. dextra quæ ad* N. elegantem *spectat*). — Ten., *Fl. nap.*, I (1811-1815), p. 147 (*ex parte*). — Urvill.! *Enum.* (1822), p. 36 (*ex Melo insula*). — Viv., *Fl. libyc. specim.* (1824), p. 19. — Lois., *Nouv. Not.* (1827), p. 14. — Ejusd. *Fl. gall.*, ed. 2ª (1828), I, p. 237. — Duby, *Bot. gall.*, I (1828), p. 456. — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 979. — Bory et Chaub.! *Bot. de Morée* (1832), p. 98, n. 441. — Link, *Symb. ad Fl. græc. in Linnæa*, IX (1835), p. 569. — Schimp. et Wiest, *Pl. cephal. exsicc.*! (ann. 1835). — Guss., *Fl. sic. synops.*, II, 2 (1844), *Add.*, p. 810. — Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 606. — Spach, *Hist. nat. vég. phan.*, XII (1846), p. 452. — Gren. et Godr., *Fl. de Fr.*, III, 1 (1855), p. 258 (*emendata descript.*). — Parlat., *Fl. ital.*, III, 1 (jul. 1858), p. 157 (*excl.* Herm. æquilimba *Herb.*).

Hermione serotina Haw., *Monogr.* (1831), p. 13, n. 43. — Herb., *Amaryll.* (1837), p. 326 et 408, tab. 41, fig. 29 et 30. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 231. — Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 749.

Narcissus deficiens Herb., in *Bot. Reg.*, XXXIII (1847), tab. 22, fig. 1 (*ex Leucade insula, hujus loci omnino videtur, icon quamvis scapum folio concomitatum et coronam solito obsoletiorem sistat*).

N. cupanianus Grech-Delicata, *Fl. melit.* (1853), p. 36, n. 589, *nomen (ex Parlat. qui specimen vidit, ab auct. miss.).* — Non Guss.

N. albus autumnalis medio obsoletus Park., *Parad.* (1629), p. 90, fig. 4 (*pl. hisp., bulbo bifoliato, scapo bifloro, perigonii foliolis mucronatis, hujus quoque loci videtur, quantum ex icone rudissima conjicere licet*). Inde derivati :

Hermione obsoleta Haw., *Revis.* (1819), p. 147. — Ejusd. *Monogr.* (1831), p. 13, n. 52. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 231.

Narcissus obsoletus Spach., *Hist. nat. vég. phan.*, XII (1846), p. 452.

Patria : Extremadura (Lœfl.). Bætica ! Algeria tota quanta littoralis ! Insula Pantellaria (Tin. ex Guss.). Melita insula (Grech-Delicata ex Parlat., de Fontenay ! in herb. Coss.). Ager tripolitanus (Viv.). Creta insula (Oliv. et Brug.! in herb. mus. paris., Raulin ! ibid.). Palæstina (abb. Michon ! in herb. mus. paris.). Cycladum insula Melos ! Peloponnesus (Bory et Chaub.! in herb. mus. par. et Deless.). Attica (Heldr. in litt.). Cephalonia insula ! Leucas insula (ex qua *Herm. deficiens* Herb.). Pœstum in regni neap. prov. citeriore (Guss. et Parlat.). Avola et Panormum in Sicilia (Bianca et Guss. Tin.! in herb. Coss.). Sardinia ! Corsica ! Capraria, maris etrusci insula (Requien in herb. Petr. Savii, ex Parlat.). — Floret Septembri et Octobri, quam *N. elegans* integro mense præcocior (Munby in litt.).

AURELIA Nob. (1).

Perigonii infundibuliformis tubus cylindraceus, gracilis, apice quidquam dilatatus ; laciniæ multo breviores, ellipticæ, erectæ in campanæ formam imbricatim conniventes ! Coronæ rudimentum sexlobatum, laciniarum ex adverso interruptum. Stylus longe exsertus, rectus, apice tridenticulatus. Filamenta tubo perigonii, duplici verticillo, longissime adnata, petalina cum antheris inclusa, sepalina exserta, lacinias dimidias subæquantia. — *Folia plana, anguste lorata. Scapus anceps et fistulosus, Spatha monophylla, pluriflora, floribus albis, erectis.*

---

(1) Nomen ab domina Aurelia Favre, clarissimi Hénon, M. D. Lugdunensis, uxore, studia quæ mariti botanica secuta, Narcissos Iridesque in Galliâ hospitantes omnes eximiè pinxit ad vivum, cujus utinam tabulæ, nitidissimæ, publici mox usus possent fieri. Marito, de Narcissis ipso optimè merito, jam dicatum genus inter Amarantaceas.

OBS. — Corona obsoleta genus congruit cum *Narcissis autumnalibus* et cum *Carregnoa*, filamentis tubo corollino gracili longe adnatis cum *Narcisso* et *Ganymede*, filamentis sepalinis longe exsertis iterum cum *Ganymede*, etc. His notis ab *Corbularia* et *Ajace* desciscit, ut tubi corollini indole et filamentorum insertione ab *Carregnoa*. Ab his autem generibus omnibus planta nostra foliolis perigonii in campanam conniventibus, non stellatim patentibus, est dignoscenda, quam ob rem in genus proprium accipienda videtur.

AURELIA BROUSSONNETII N.

Plantam rarissimam in Mauritania australi circa Mogador olim legebat Broussonnetius, et cum horto Matritensi Willdenowioq. communicabat, nemini cæterum visam neque ulli rite cognitam. Quæ exstant ad eam spectantia auctorum testimonia, paucissima et parcissima, ad verbum exscribo.

« *Narcissus nectario obliterato.* — Mogador. — Bulbus ovatus. Flo-
» res albi, tubo inferne viridescente, ovario viridi. Folia in specimine
» integro 4, linearia, obtusa. Scapus foliis circiter tertia parte longior. »
(Brouss., *herb. cum icone mihi nondum visa*.)

« *Narcissus Broussonnetii* : spatha monophylla multiflora : scapo
» fistuloso ancipiti, foliis lineari-lanceolatis subæquali : nectario obso-
» leto. — H. in Africa unde semina misit cl. Broussonnet. ♃. » (Lag.,
Gen. et sp. nov. (1816), p. 13, n. 175.)

« *Narcissus oblitteratus* Willd. — Spatha multiflora; nectario oblit-
» terato; foliis lineari-lanceolatis. *Reliq. Willd.* — Bulbus magnitudine
» fere ovi gallinacei, extus tunicis marcidis fuscis. Scapus pedalis. Folia
» scapo breviora, $\frac{1}{2}$ poll. circiter lata, obtusiuscula. Flores circiter 8,
» subumbellati, erecti, pedicellati. Spatha floribus parum brevior. *De*
» *Schlechtend. fil.* — In Mogador. *Brouss.* ♃ » — Schult., *Syst. veg.*,
VII, 2 (1830), p. 981, cum editoris adnotatione, qua scribit *Narcissum Broussonnetii* Lag. speciem sistere verisimiliter eamdem. — Spach, *Hist. nat. végét. phan.*, XII (1846), p. 452 (*Haworthium qui exscribit, planta non visa*).

Hermione obliterata Haw., *Monogr.* (1831), p. 13, n. 54 (*qui planta non visa Schlechtendalium sequitur, dubie adscripto Lagascæ synonymo*).

Chloraster oblitteratus Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 214, n. 3 (*Schlechtendalium qui exscribit, dubie adducto Lagascæ synonymo*).

Commentariorum seriem Kunthius claudit, dum nomina 4 supra citata dubie *Hermioni eleganti* quasi synonyma subscribit.

Hæc cum non sufficerent ad plantam rite declarandam cumque lux ulterior nulla nisi ex specimine certiore expectanda videretur, scripsi ad amicos monspelienses, quibus facilis ad herbarium Broussonnetianum aditus, quod nunc penes facultatem scientiarum istius Academiæ. Votis obtemperarunt. Miserunt frustula ex herbario Broussonnetiano deprompta (folium cum integra inflorescentia) eaque dubiis plerisque solvendis apta. Quibus in examen ductis tandem cognovi, plantam Broussennetianam (eamdem sine dubio quam Lagascæ et Willdenowii) ab *N. elegante* non solum esse diversissimam, sed, quamvis corona oblitterata congruentem, Narcissorum autumnalium nulli vere affinem dici posse, genusque inter Narcisseas proprium eodem jure efficere, quo genera Herbertiana nunc momenti recepta. Fidem faciat descriptio sequens, quam ex misso incompleto specimine exque auctorum supra laudatorum adnotationibus quanta potui diligentia concinnavi.

Bulbus ovatus (Brouss.), magnitudine fere ovi gallinacei, tunicis marcidis fuscis tectus (Schlecht.). Folia 4, linearia, obtusa (Brouss.), lineari-lanceolata (Lag. et Willd.), obtusiuscula, $\frac{1}{2}$ circ. poll. lata (Schlecht.), speciminis præsentis 9 mm. ($\frac{1}{3}$ unc. paris.) lata. Scapus pedalis (Schlecht.), folia subæquans (Lag.), foliis $\frac{1}{3}$ longior (Brouss.), anceps et fistulosus (Lag.). Spatha monophylla, membranacea, 3 $\frac{1}{2}$ centim. longa, hinc longe fissa, apice obtusiuscula (ex præs. specim.), multiflora (Lag. et Willd.), circ. 8 flora (Schlecht.), nobis 6 flora. Flores albi (Brouss.), erecti (Schlecht. nobisque), spatham vix duplam longi. Pedicelli, intermixtis bracteolis, lineares, spatham subæquantes, vel usque dimidio breviores. Perigonium pedicello longius, 3 $\frac{1}{2}$ centim. longus : tubus inferne virescens (Brouss.), 22-24 mm. longus, cylindraceus, gracilis, apice in conum inversum 5-6 mm. latum ampliatus ; laciniæ erectæ, campanulatim imbricatæ, ellipticæ omnes, obtusæ, muticæ, multiveniæ, 11 mm. longæ (tubo igitur dimidio breviores), 6-7 mm. latæ. Coronæ rudimentum laciniarum ex adverso interruptum, sexlobatum, lobis obtusissime arquatis, $\frac{1}{2}$ vix mm.

longis. Filamenta petalina perigonii tubo usque ad $\frac{4}{5}$ tubi adnata, parte libera brevissima, cum antheris inclusa; sepalina cum tubo usque ad ejus apicem connata, parte ulteriore libera, subulata, unam laciniarum partem plus tertiam longa. Antheræ proxime infra medium dorsum affixæ, introrsæ, oblongo-lineares, 4 mm. longæ, unum latæ, apice basique emarginatæ. Stylus filiformis, rectus, lacinias perigonii dimidias æquans vel etiam longe superas, apice stigmatifero tridenticulato. Ovarium oblongum, 4 mm. longum Ovula in loculis 7, biseriata, anatropa.

Quo anni tempore floreat non liquet. Vernum tempus ex more gentis auctorumque silentio conjicere licet.

CARREGNOA Boiss.

Pancratii sp. Cav., ann. 1794. — *Amaryllidis* sp. Schousb., ann. 1800. — *Oporanthi* sp. Herb., ann. 1821. — *Tapeinanthus* Herb., ann. 1827 (nomen generi Loranthacearum prius inditum : conf. Blume, *Loranth. Javan.*, 1828, p. 15). — *Carregnoa* Boiss., ann. 1842. — *Tapinægle* Herb., ann. 1847.

Perigonii infundibuliformis tubus brevissimus, obconicus; laciniæ tubum quintuplum longæ, erectæ, oblongo-lanceolatæ, obtusiusculæ. Coronæ rudimentum brevissimum, sexlobatum, lobis ex adverso laciniarum positis. Filamenta recta, subæqualia, perigonii laciniis paulo breviora, duplici verticillo, petalina inde ab imo fere tubo libera, sepalina brevi tubo usque ad ejus apicem adnata abque opposito coronæ lobo libera. Stylus rectus, perigonium subæquans, apice stigmatifero integerrimo. — *Planta humilis, gracilis, monophylla, autumno florens, folio hysteranthio, filiformi-semicylindrico, altero florali squamæformi, scapo filiformi, tereti, spatha monophylla,* 1–2-*flora, flore flavo, erecto.*

Obs. — Coronam, de *Pancratio* suo *humili* agens, Cavanillesius « stamina sustentare » dixerat, etidcirco *Pancratio* generi plantam subscriberet auctorum alii perrexerunt, alii genere distinctam inter Amaryllideas pancratiiformes reliquerunt. Errore hoc fuisse dictum, Willdenowius jam olim, planta non visa, divinaverat (« nectarii dentes 6..... non staminiferi, » Willd., *Sp.* II, p. 42). Rem certo nuper confirmavit observatio, qua nunc constat filamenta *Carregnoæ* sepalina, qua parte tubum corollinum excedunt, libera esse omnino, nec cum lobis coronæ ullo modo connata. De qua re satis ambigue scripsit Boissierus, idem tamen quod egomet observasse crediderim, quam ob causam ab *Pancratio* et affinibus removendam *Carregnoam* et inter Amarylleas (sine dubio Endlicherianas) potius collocandam existimavit, cui viri amicissimi opinioni adsentire nequeo. Vetat enim Amaryllearum Endlicherianarum farrago, qua *Leucojum* et *Galanthus* cum *Sternbergia*, *Amaryllide*, *Crino*, *Hæmantho*, etc., misceantur, quasi gryphes equis juncti. Vetat character Amaryllearum fronti inscriptus : *Stamina sterilia nulla* (Endl., *Gen.*, p. 174), hoc est corona nulla, quod quidem Boissierus non percepisse videtur (*Voy. bot.*, p. 605, lin. 27). Vetat imprimis bulbi structura, quam, analysi facta, in *Carrregnoa* monaxonem, non vero, ut vulgo apud Amarylleas supra dictas, in sympodium concinnatam, certus hic renuntio. His autem notis, Narcisseis Herbertianis *Carregnoa* respondet optime. Corona obsoleta quadrat in Narcissos autumnales inque *Aureliam*, perigonii segmentis erectis, non stellatim patentibus, iterum in *Aureliam*, filamentis exsertis, petalinis tubo perigonii non aut vix adnatis in *Corbulariam* et *Ajacem*. Notis iisdem desciscit ab *Ganymede* et *Narcisso*, filamentis rectis non adscendentibus ab *Corbularia*, ab centribulibus insuper omnibus tubo corollino ratione limbi brevissimo primo visu distinguenda.

CARREGNOA HUMILIS.

Lilio-Narcissus bæticus luteus Tourn., *Inst.* (1700), p. 386.

Colchico-Narcissus hispanicus pumilus odoratissimus luteus Tourn., *herb.!* (*specimina ubi plura exstant, circa Hispalin lecta, bulbo foliisque carentia*).

Pancratium humile Cav., *Ic.*, III (1794), p. 4, n. 229, tab. 207, fig. 2 (*pl. florens bifoliata, foliis scapo longioribus, anachronismo de quo ipse auctor monet in explic. tabulæ*). — Willd., *Sp. pl.*, II (1799), p. 42. — Pers., *Synops.*, I (1805), p. 351, n. 3. — Gawl., in *Journ. of sc. and arts*, III (1817), p. 338 ; *Extr.*, p. 21 (*inter spec. inquirendas*). — Spreng., *Syst. veg.*, II (1825), p. 48, n. 36. — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 932 (*inter dubia*).

Tapeinanthus humilis W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 190 et 414. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 183. — Kunth., *Enum.*, V (1850), p. 703.

Carregnoa lutea Boiss.; *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 605 (*fasc.* 19°, *qui ann.* 1842 *die* 1ª *Mart. publ. juris factus*).

Tapinœgle humilis W. Herb., in *Bot. Reg.*, XXX (1847), tab. 22, fig. 4 (*scapus florifer sine bulbo et foliis, flore ita depicto ut tubus, quasi absens, non appareat*).

Amaryllis exigua Schousb., *Marokk.* (1800), p. 160 (*pl. tingit., eadem sine dubio quæ hispanica, coronæ rudimento præterviso*). — Roth, *Neue Beitr.*, I (1802), p. 190. — Ejusd. in *Ann. of Bot.*, II, p. 26. — Gawl., *Revis. in Journ. of sc. and arts*, II (1817); *Extr.*, p. 4.

Oporanthus exiguus W. Herb., *App. to the Bot. Reg.* (1821), p. 38 (*opella mihi nondum visa*). — Ejusd. *Amaryll.* (1837), p. 188.

Sternbergia exigua Gawl., in *Bot. Reg.*, VII (1822), fol. 623. — Spreng., *Syst. veg.*, II (1827), p. 57, n. 3. — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 795. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 46.

Habitat circa Hispalin Bæticæ (Tourn,! Cav.), nominatim ad circum veteris Italicæ (Graells!) inque palmeto quodam agri Gaditani inter *Santa-Maria* et *Buena-Vista* (Fauché herb., ex Boiss.), unde conjicere licet per totum Bætis fluminis decursum inferiorem esse sparsam. Trans fretum quoque, in collibus et campis regionis tingitanæ occurrit haud frequens (Schousb., *De Amaryllide exigua*). — Floret Octobri tumque foliis caret, quæ postea prodeunt (Cav.). — Hispalensem vivam vidi et siccam, ab cl. Graells, qua est erga me humanitate singulari transmissam, ex qua sequentem deduxi descriptionem.

Exilis planta, aphylla dum floret, 3 vel 4 unc. paris. cum bulbo longa. Fibræ radicales simplicissimæ, filiformes, plus vel minus pubescentes. Bulbus ovoideus, 12-14 millim. longus, totidem basi crassus, tunicis vestitus arcte adpressis, quibus sursum productis in collum ipso duplo vel triplo longius abire videtur. Tunicarum aliæ exteriores, plurimæ, siccæ, fuscæ, tenuissime membranaceæ, latere interiore punctis albidis in series longitudinales frequentissimas digestis pictæ (ut *Corbulariæ* et *Narcissorum* autumnalium), indicio cellularum raphidibus planarum, quibus carnosæ foliorum bases sunt instructæ; interiores tunicæ, 4-6 numero, carnosæ, albidæ, tubulosæ, tenuiter 8-9 nerviæ, bulbillum sæpe unum alterumve, in fusi formam protractum et monophyllum foventes, rarius sobole carentes, vestigium quoque scapi floralis anterioris (unius saltem, non vero duorum) semper retinentes, si quidem adultior bulbus fuerit.

Vegetationem hornotinam instaurat vagina membranacea, tubulosa, 2 ½-4 centim. longa, basi carnosa, apice rectè truncata. Sequuntur folia 2, ordine alterne disticho vaginam excipientia, cæterum indole admodum diversa : alterum squamæforme, ovatum vel semi-circulare (ergo dimidiatum), unum vix millim. longum, ægre distinguendum; alterum perfectum, hysteranthium, tunicis in collum productis sub anthesin inclusum, vel ultimum solum apicem exserens, post aliquot septimanas, decembri ineunte, demum exsertum et adoletum, erectum, 5 ½-11 centim. longum, basi tubulosa et carnosa, filiformi-semicylindricum, unum vix millim. latum, viride non glaucum, apice obtusiusculum, etiam margine lævissimum, dorso convexum, facie planum, ima parte non aut vix canaliculatum. Axem simplicem gemma minutissima terminat. Limbo instructum et perfectum folium, ni fallor, semper unicum; quæ sæpe plura apparent folia (gemina dicuntur Cavanillesio, usque terna Schousboeo et Boissiero), ea ad bulbillum unum altervum tunicis inclusum et unifoliatum pertinere existimo.

Scapus in axilla folii squamæformis mox descripti solitarius, squama matre latior quamvis tenuissimus, uni-raro biflorus (sexdenorum quos vidi unicus biflorus), fructifer folio paulo longior (folia in icone Cav. gemina, scapo paulo longiora), 15-17 centim. longus, filiformis, plenus, prismatico-5-8-angulatus, viridis non glaucus.

Spatha monophylla, membranacea, 1-2 centim. longa, clausa primum et tubulosa, mox vero alabastri floralis pressu hinc usque ad medium fissa, apice subulato integerrimo. Flos erectus, longiuscule pedunculatus : pedunculus gracilis, spatham subæquans, addititius (ubi forte gemini) spatha dimidio brevior, basi bracteolatus, bracteola longiuscula, setacea.

Perigonium (ex siccis) superum, infundibulare, regulare, 12-15 mm. longum : tubus brevissimus, obconicus, viridi-sexstriatus, 3 mm. tantum longus; laciniæ aureæ, longitudine æquales, campanulatim erectæ, oblongo-lanceolatæ, 3 exteriores 7-nerviæ, apice mamillatæ et pubescentes, 3 interiores 5-nerviæ, apice æquali glabræ.

Faux perigonii obscure coronata : corona Schousboeo prætervisa, Cavanillesio 12-fida, Willdenowio 6-dentata, dentibus bifido-emarginatis, Boissiero breviter et obsolete 12-loba, mihi (ex siccis) brevissima, 6 partita, lobis laciniarum ex adverso depresse arquatis, unum millim. tantum longis.

Filamenta 6, longitudine subæqualia, perigonio ¼ breviora, recta, filiformi-subulata, ex aureo flava : tria petalina imo perigonii brevi tubo inserta; tria sepalina paulo longiora, tubo usque ad ejus apicem adnata,

parte ulteriore longe libera, basi cum opposita coronæ lacinia minime connata. Antheræ proxime infra medium dorsum affixæ, introrsæ, flavæ, lineares, 3 mm. longæ, unum latæ, basi hastato-emarginatæ, apice indivisæ, latere interiore secundum rimas 2 longitudinales late dehiscentes.

Ovarium inferum, ellipsoideum vel obovoideo-turbinatum, 3-6 mm. longum, viride, triloculare, loculis 9-10-ovulatis, ovulis biseriatis, anatropis. Stylus perigonium subæquans, rectus, filiformis, flavus, apice stigmatifero parvo, integerrimo, quasi discoideo.

Capsula recens (nondum peracta dehiscentia quæ nescio quomodo fiat), pedunculo filiformi, erecto, 16 mm. longo fulta, perigonio persistente in columnam tortili coronata, viridis, oblonga, basi magis quam apice attenuata, distincte trigona, 6-7 mm. longa, 3 lata, pericarpio tenuissime membranaceo. Semina in loculis 2-4, parva, ellipsoidea, nigra, lucida, sesquimillim. longa, raphe et chalaza immersis.

DE LA COURONNE DES NARCISSÉES.

C'est une règle générale, parmi les Liliacées, que la fleur se compose de cinq verticilles trimères, alternant les uns avec les autres, deux verticilles pour le périgone, deux pour les étamines, et un pour l'ovaire dont les loges sont opposées au verticille extérieur.

Il en est de même de la plupart des Amaryllidées; mais ici la règle semble admettre plusieurs exceptions, par suite d'un verticille surnuméraire qui, dans quelques-unes de ces plantes, vient s'interposer entre le second et le troisième, entre le périgone et les étamines, de manière à porter de cinq à six le nombre des rangs alternatifs de la fleur. Ce verticille surnuméraire se présente sous les formes les plus diverses, tantôt très développé, tantôt rudimentaire, tantôt annulaire ou tubuleux, tantôt formé de plusieurs parties distinctes, tantôt soudé avec les étamines, tantôt libre. Je n'ai l'intention de le suivre, ni dans toutes ses formes, ni dans tous les genres de la famille où il se trouve. Je m'occupe ici des Narcissées, et c'est dans cette tribu seulement que je veux l'étudier, là où il se fait remarquer à la fois par son ampleur, par son aspect pétaloïde, par sa forme tubuleuse, et parce que, au delà du tube de la fleur, il n'est pas soudé avec les étamines. C'est là aussi qu'il a plus particulièrement reçu le nom de *couronne*.

Que signifie la couronne des Narcissées? Question délicate, que peu d'observateurs ont abordée, et sur laquelle les avis sont encore partagés.

Suivant les uns, la couronne serait formée de deux verticilles trimères, alternant avec les deux précédents comme avec les deux suivants, et faisant partie de la symétrie florale, dans un ensemble supposé de sept verticilles. Auguste de Saint-Hilaire (*Morphol. végét.*, 1840, p. 807), et M. Germain de Saint-Pierre (*Guide du bot.*, II, 1852, p. 498), se prononcent pour cette interprétation, vers laquelle penchait déjà De Candolle (*Organogr. végét.*, 1827, I, p. 507).

Lindley, de son côté, influencé par la polyandrie de plusieurs *Gethyllis*, et par certains appendices observés à la base des filaments du *Phycella*, regarde la couronne des Narcisses comme le produit d'une ou plusieurs rangées d'étamines surnuméraires, intercalées entre le périgone et les deux verticilles d'étamines parfaites (*Bot. Reg.*, fol. 1341, ann. 1830, et *Nat. syst. of Bot.*, edit. 2_a, 1836, p. 328), opinion qui a été adoptée par Endlicher (*Gen. pl.*, 1836-40, p. 174) et par Achille Richard (*Élém. de bot.*, 7^e édit., 1846, p. 644).

Link se place sur un tout autre terrain, lorsqu'il dit : « *Ad appendices corollæ aut crinomatis refero coronam seu partem monophyllam perigonio insertam, qualis in Narcissis et Pancratiis occurrit. Esse appendicem testatur multiplicatio quædam perigonii, in qua cuivis phyllo perigonii adhæret lacinia coronæ discerptæ.* » (*Elem. philos. bot.*, edit. 2^a, 1837, II, p. 140.) Pour Link, la couronne des Narcisses est donc un appendice de la corolle, et Doell est bien près de se ranger au même avis, lorsqu'il voit dans cette couronne une analogie marquée avec la ligule des Graminées (*Rhein. Fl.*, 1843, p. 208).

Une dernière opinion (1) est celle de M. Louis Cagnat, qui considère la couronne des Narcisses comme un dédoublement des deux verticilles, sépalin et pétalin, et qui soutient cette thèse avec l'assentiment au moins tacite d'Auguste de Saint-Hilaire, puisque ce dernier auteur est intervenu dans le travail de M. Cagnat par une note où il explique ce qu'il faut entendre par le dédoublement (*Ann. des sc. nat.*, 3^e^ série, t. III, 1845, p. 353-56). On voit que cette dernière opinion a la plus grande affinité avec la précédente, car elle suppose les mêmes faits, et n'en diffère que par l'interprétation.

---

(1) J'écarte ici tous les auteurs qui, depuis Linné jusqu'à nos jours, ont con-

Telles étant les opinions, voyons maintenant ce que disent les faits. Ils sont malheureusement trop peu nombreux et trop peu concordants pour dissiper complétement les doutes dont la question est encore enveloppée. Les observations organogéniques manquant encore absolument, nous sommes obligés de nous contenter des indices que peut fournir l'état développé des parties. Cherchons-les d'abord dans la fleur simple, et ensuite dans la fleur double.

Le tube de la couronne est tantôt très entier, tantôt sinueux, tantôt irrégulièrement denté ou incisé, rarement assez profondément et assez régulièrement lobé, pour que l'on puisse saisir les rapports de ces lobes avec les deux verticilles précédents. C'est pourtant ce qu'on voit, entre autres, dans les *Narcissus incomparabilis* et *odorus*, et dans tous les *Ajax*, où la couronne est découpée au sommet en six lobes très distincts. C'est ce qui est encore plus marqué dans le *Narcissus serotinus* et dans l'*Aurelia Broussonetii*, où la couronne, très rudimentaire et variable pour le nombre de ses lobes, est souvent fendue jusqu'à la base en six parties, quelquefois réduites à trois. Or quelle est l'ordonnance de ces parties? Elles n'alternent point avec le verticille précédent, qui est celui des pétales; elles lui sont au contraire opposées,

---

fondu la couronne des Narcisses avec les nectaires, c'est-à-dire avec les organes sécréteurs du suc mielleux qu'on a comparé au nectar. J'écarte par conséquent M. Louis Bravais, qui, dans son *Examen organographique des nectaires*, donne à la couronne des Narcisses le nom de *nectaire corollin*, sans que j'aie bien compris comment il entend ce nectaire. (*Ann. des sc. nat.*, 2^e^ série, Bot., t. XVIII, 1829, p. 170.)

deux à deux lorsque leur nombre le permet, une à une lorsqu'elles sont réduites à trois. C'est ce que W. Herbert avait dit implicitement, sans entrer autrement dans la question morphologique, lorsqu'il écrivait : «*Coronæ, ubi triloba est, fissuræ præcipuæ costis sepalinis, loborum crenæ petalinis oppositæ*» (*Amaryll.*, p. 79). M. Louis Cagnat avait reconnu le même fait dans une couronne à six divisions, lorsqu'il parle de ces lobes comme n'étant *point opposés aux parties de l'enveloppe florale, mais alternes avec elles* (*l. c.*, p. 356, second paragraphe). Cela ne signifie-t-il pas que la couronne dépend du verticille pétalin, et qu'elle n'emprunte rien au verticille sépalin? On le croirait au premier abord.

Une autre plante, à fleur normalement constituée, que j'ai étudiée sous ce rapport, est le *Carregnoa humilis*. Là j'ai vu la couronne composée de six parties opposées aux six folioles du périgone (voir plus haut, p. 98 et 101), comme si les deux verticilles de ce dernier concouraient à la formation de la couronne. Mais la couronne est dans cette espèce plus rudimentaire que dans aucune autre ; pour l'étudier je n'ai eu à ma disposition que deux fleurs sèches, et il se pourrait fort bien que j'eusse mal vu ce qui était difficile à voir. Je dois même le soupçonner, parce que ce serait une exception à ce que j'ai observé partout ailleurs dans la fleur simple des espèces les plus dissemblables.

Voyons maintenant les fleurs doubles, et d'abord celles de l'*Ajax Pseudo-Narcissus*. Dans les boutons non encore épanouis de cette plante, j'ai vu un nombre indéterminé de verticilles trimères, représentant le périgone, se succéder régulièrement avec alternance, et même se distinguer les uns des autres par une différence sensible dans la hauteur de l'insertion. J'ai pu reconnaître et séparer six de ces verticilles ; au delà tout devient confus, par suite du raccourcissement graduel et de l'entassement des parties. On y trouve bien, mêlées aux menues feuilles florales, des anthères plus ou moins parfaites ; mais on ne saurait dire si là elles forment des verticilles particuliers continuant l'alternance des folioles, ou si elles proviennent de ces mêmes folioles graduellement métamorphosées. Plus bas, tout est, je le répète, parfaitement clair et régulier ; c'est le périgone de la fleur simple, multiplié avec alternation. Or ici chaque foliole porte à sa base interne une lame pétaloïde, qui se distingue de la foliole par sa longueur un peu moindre, par sa couleur d'un jaune plus foncé et par sa forme spathulée, à onglet linéaire. Il n'y a pas à se tromper sur la signification de ces parties ; elles n'entrent point dans la symétrie florale, et elles sont nécessairement des appendices des folioles, à la base desquelles on les voit placées. Il est évident, d'un autre côté, que ces appendices sont les éléments de la couronne, ici complétement disjoints, et même assez écartés les uns des autres. Pour reconstituer cette couronne, il suffit d'isoler et de rapprocher les deux premières rangées d'appendices, séparées par un verticille de folioles. J'avais d'abord cru que ces appendices manquaient au verticille inférieur, celui qui représente le calyce ; mais j'ai bientôt reconnu qu'ils s'y trouvaient comme à tous les autres, quoique rarement aussi bien conformés, et le plus souvent abortifs.

La fleur double du *Narcissus Tazetta*, que j'ai étudiée ensuite au moment de son premier épanouissement, n'a fait que me confirmer dans cette manière de voir. Les folioles du périgone s'y multiplient exactement de la même manière, par verticilles trimères alternant les uns avec les autres, et avec appendices basilaires intraires qui, ici, sont tout aussi développés dans le verticille inférieur que dans les suivants. La forme seule est ici différente, puisqu'ils sont larges et tronqués, n'ayant rien de spathulé. Il faut dire encore que, dans le *N. Tazetta*, les folioles du périgone multiplié se transforment graduellement en étamines, sans que les appendices participent à cette métamorphose, d'où résulte, pour le dire en passant, la preuve que ces derniers ne sauraient être pris pour des étamines avortées.

Tels sont les faits que j'ai pu jusqu'ici observer de mes propres yeux. D'un côté est la fleur simple des *Ajax*, des *N. incomparabilis*, *odorus* et *serotinus*, et de l'*Aurelia*, où la couronne semble procéder du seul verticille pétalin ; de l'autre, la fleur double de l'*Ajax Pseudo-Narcissus* et du *Narcissus Tazetta*, où chaque verticille du périgone multiplié fournit à la couronne ses trois éléments constitutifs. Il semble que ce soient deux systèmes de couronne bien distincts, et pourtant l'*Ajax Pseudo-Narcissus* se trouve dans les deux catégories, d'où il faut nécessairement conclure qu'il y a plus d'apparence que de réalité dans les différences que présentent les deux systèmes. La grande différence, c'est que, dans la fleur double, toute foliole du périgone a son appendice, élément de la couronne; tandis que, dans la fleur simple, la couronne semble manquer devant les folioles extérieures, où se trouve une lacune, au lieu d'un organe appendiculaire. Cette circonstance semblait un obstacle à la couronne supposée provenir d'un dédoublement des deux verticilles du périgone. Pour lever cet obstacle, M. Louis Cagnat, qui, sans doute, avait rencontré cette objection dans le *N. odorus*, où la couronne est à six lobes, faisant lacune devant les folioles sépalines; M. Louis Cagnat, dis-je, répond à l'objection, en supposant que les six lobes ne représentent pas les vrais éléments de la couronne, que ces derniers naissent bilobés, et que chaque moitié d'un même lobe se soude latéralement avec la moitié du lobe voisin, de manière à déplacer la ligne médiane des vrais lobes, et à la porter là où nous voyons un *sinus*. C'est ainsi que M. Louis Cagnat parvient à loger un lobe de la couronne devant chaque foliole du périgone, et à légitimer, par l'opposition rétablie, un système que lui avait suggéré l'étude de la fleur double. La supposition me paraît un peu forcée, mais je n'ai rien de mieux à proposer pour concilier des faits en apparence contradictoires que je vois se produire dans une seule et même plante, suivant que sa fleur est simple ou double.

Mais que signifie en définitive la couronne des Narcissées?

Elle n'est point formée, comme Auguste de Saint-Hilaire et M. Germain de Saint-Pierre l'ont supposé, de deux verticilles alternant avec les verticilles du périgone, et faisant partie de la symétrie florale. Cette supposition est inadmissible, puisque, de tous les faits déduits ci-dessus, il résulte que la couronne se compose d'éléments opposés aux folioles du périgone.

Je n'adopte pas davantage l'opinion de Lindley, suivant laquelle la couronne serait un assemblage d'étamines stériles. Deux considérations ôtent à cette opinion toute vraisemblance , au moins quant aux Narcissées, car je ne veux rien préjuger de ce qu'elle peut valoir pour d'autres Amaryllidées. La première de ces considérations, c'est qu'elle suppose en arrière des verticilles normaux d'étamines procédant de l'alternance, une multiplication staminale qui, régulièrement, ne devrait se produire qu'en dedans. La seconde, c'est que, si la couronne avait la signification que lui attribue l'auteur anglais, on la trouverait quelquefois convertie en étamines véritables, ce qu'on voit dans les folioles périgoniales de la fleur double du *Narcissus Tazetta*, mais jamais dans la couronne disloquée, pas plus dans celle du *N. Tazetta* que dans celle de l'***Ajax* Pseudo-*Narcissus*.**

Quant à l'opinion de M. Louis Cagnat, qui explique la couronne par un dédoublement des folioles du périgone, elle a pour elle tous les faits d'opposition que j'ai exposés; j'entends les faits qui montrent les éléments de la couronne opposés soit aux six folioles du périgone, soit aux trois intérieures. Mais je ne vois aucune nécessité de recourir, pour expliquer ces faits, à la théorie du dédoublement.

Reste l'opinion de Link, qui, considérant la couronne comme un appendice du périgone (*appendice* est le mot qu'il emploie), me plaît plus que toute autre par sa simplicité dégagée de tout système, et parce que je ne trouve rien à y objecter. Mais elle n'entre pas assez avant dans la question morphologique, et elle a besoin d'une formule plus précise, appuyée sur une analogie qui la rende plus plausible. Cette analogie, je la cherche et crois la trouver dans la faculté qu'ont tous les organes foliaires de s'épancher à leur base en oreillettes ou stipules, qui sont tantôt latérales, tantôt intraires.

Suivant moi, donc, la couronne des Narcissées est un appendice qui joue, à la base des feuilles du périgone, le même rôle que les stipules intraires à la base des feuilles de végétation, analogie qui avait déjà été entrevue par Doell. Libres et solitaires à la base des folioles du périgone de la fleur double, ces stipules se soudent dans la fleur simple en un seul corps pétaloïde et tubuleux, dont les éléments constituants sont généralement très difficiles à reconnaître, au point qu'il est le plus souvent impossible de décider si la couronne se compose de trois ou de six parties, et si elle procède des deux verticilles du périgone ou de l'intérieur seulement.

Fig. 1.

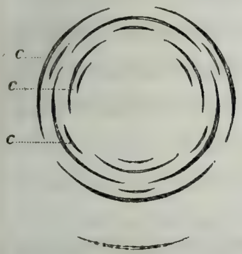


Fig. 2.

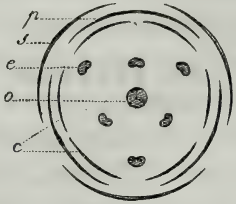
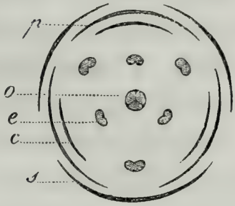


Fig. 3.



EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. Diagramme des trois verticilles extérieurs de la fleur double de l'*Ajax Pseudo-Narcissus* : *c c c*, la couronne décomposée en ses éléments, dont chacun est opposé à une foliole du périgone. L'arc de cercle figuré au-dessous du diagramme indique la position de la feuille florale, mère de la hampe uniflore.

Fig. 2. Diagramme de la fleur simple des *Narcissus incomparabilis*, *odorus* et *serotinus*, et de l'*Aurelia Broussonnetii : s*, verticille sépalin du périgone; *p*, verticille pétalin ; *c*, les six lobes de sa couronne, opposés deux à deux aux folioles pétalines ; *e*, six étamines sur deux rangs, opposées aux six folioles du périgone ; *o*, ovaire à trois loges opposées aux trois folioles extérieures du périgone.

Fig. 3. Diagramme d'une anomalie de la fleur du *Narcissus serotinus*, où tout est identique avec la figure 2, moins la couronne *c*, dont chaque paire de lobes s'est soudée en un seul lobe devant chaque foliole pétaline.

GNETACEÆ AMERICÆ AUSTRALIS.

EXPOSUIT

L.-R. TULASNE,

Acad. sc. Par. soc.

Gnetacearum ordo, inter plantas gymnospermas omnium minimus, in duas legiones universa sua membra dispertitur; alia late frondosa, ordinisque magnates, *Gneti* signum; alia humiliora, ramis junciformibus foliisque in squamas s. vaginulas misere commutatis, *Ephedræ* sequuntur. *Gneta* calidiores depressasque orbis utriusque regiones incolunt, et in terris asiaticis præcipue luxuriant; *Ephedræ* autem cœlum temperatius amant, per universum orbem disperguntur et ab Oceani littoribus ad montium usque cacumina ascendunt.

GNETACEÆ.

Gnetaceæ Blum., in *Ann. sc. nat.*, ser. 2, t. II (1834), p. 101; *Rumph.*, t. IV (1848), p. 1-10, tab. 174-176. — Endl., *Gen. plant.*, p. 262, et Supplem. IV, p. 11; *Enchirid. Bot.*, p. 146; *Synops. Conifer.*, p. 245. — C. A. Meyer, in *Act. Acad. sc. Petropol.*, ser. 6, t. V (1849), p. 252. — Walp., *Annal. Bot. syst.*, t. IV (1853), p. 452. = Coniferarum genera Cl. Rich., *Comment. de Conif.* (1826), p. 26-32 et 135, tab. IV et XXIX (*Ephedræ*). — Ad. Brongn., in Duperr. *Itin.; Bot. phanerog.*, p. 5, t. I (*Gnetum*).

Flores unisexuales, diœci v. monœci, nunc solitarie axillares et spicati, nunc glomerato-verticillati, tuncque aut spicati etiam aut paniculati, bractea cæterum, paleis v. pilis singulatim stipati et semper monochlamydati. CALYX utriusque sexus sacciformis et obtusissimus v. turbinato-truncatus, e membrana tenui et avenia factus, primum occlusus, subinde vero rima angusta v. latius hiante apertus indeque bilabiatus s. bivalvis, aut contra poro tantum in vertice pertusus, tandem vero apud fœminam accrescens et coriaceus aut carnosus evadens. STAMEN solitarium vel plura monadelpha; *filamentum* s. androphorum complanatum, integerrimum aut in summo brevissime bi-multifidum; *anthera* unica v. plures distinctæ, in cœlum conversæ v. extrorsum una secundæ, bilobæ, lobis contiguis aut discretis, poroque vel rima terminali dehiscentibus; *polline* pulvereo. GERMEN, i. e. capsa ovulifera legitima, nisi calycem occlusum, ENDLICHERO duce, pro tali habere velis, plane nullum. OVULUM solitarium, sessile, erectum, orthotropum, mono- vel dichlamydatum; tegmen unicum (*Ephedræ*) tenuissimum, nucleo inferne hærens, sursum vero discretum ac in fistulam exilem, exsertam oreque variam abrupte protractum; e tegminibus duobus (*Gneti*), ab invicem omnino discretis, exterius crassum, totum inclusum oreque sæpius integro pervium; internum autem tenuius, nucleo partim (ut videtur) vel neutiquam adnatum, et in tubum filiformem, longe exsertum vulgoque in ore multimodis lacerum, attenuato-desinens. SEMEN extrorsum tegumento (e calyce commutato) coriaceo v. carnoso, intrinsecus autem membrana multo tenuiore, aut subsimplici, aut manifestius riteque duplici, indutum; *perispermium* carnoso-oleosum et crassissimum; *embryo* rectus, antitropus, linearis et cylindricus, e cotyledonibus 2 æqualibus, contigue parallelis, longis vel abbreviatis (quia sane tunc partim coalescunt), et caudiculo indiscriminate iisdem continuo.

Frutices v. arbores humiles, sæpius scandentes; ramis oppositis et articulato-nodosis; foliis item oppositis, simplicibus, estipulatis et quandoque in squamas mutatis.

In exponenda floris feminei fabrica, illustriss. BROWNIUM (1) lubenter secutus sum qui exterius seminis tegumentum pro calyce perigoniove habendum arbitrabatur; mihi enim minus arridebat ovarii s. germinis nomen b. Endlichero et clar. Blumeo usitatum. Miraris sane perigonium hic adesse ubi paries uterinus, id est ovarium, desideratur; nostrum autem sentire suadet paris calycis in utroque sexu præsentia, quæ certe ne perigonium femineum *Gneti* v. *Ephedræ* cum squama ovulifera s. ovario aperto, explicato, Coniferarum, assimiletur, contra Ricardi opinionem (1), vetat. In Coniferis enim tum masculum florem, tum femineum, plane nudum scimus offendi, utrumque e contrario apud Gnetaceas chlamydatum; ita ut flores hinc et illinc maxime sed diverse depauperati sint, calyce apud Gnetaceas ovarii vices agente.

---

(1) « In *Ephedra* cujus nucleus binis membranis præditus est, exterior fortasse potius calyci aut tegumento floris masculi quid analogum quam pars ovuli

I. — GNETUM.

Gnetum Linn., *Mant. Pl.*, p. 125. — Brongn., in Duperr. *Itin. Amphig.*, Bot. phan. (1829), p. 5, tab. I (*Gn. Gnemon* L.). — Endl., *Gen. pl.*, n° 1805, p. 263; *Synops. Conifer.*, p. 249. — Meyer, in *Act. Acad. sc. Petrop.*, ser. VI, t. V, p. 253. — Blume, *Rumph.*, t. IV, p. 1-10. — Walp., *Ann. Bot. syst.*, t. III, p. 452.

Flores minimi, monœci v. diœci, confertissime v. laxius verticillati, verticillis (flores utriusque sexus plerumque simul gignentibus) remotis stipatisve; *bracteis* oppositis, truncatis totisque in poculi modum integerrimi vulgo geminatim connatis; *bracteolarum* loco pilis v. paleis piliformibus, densissime insitis. Calyx masculus (*vaginula* Meyero; *vaginula* s. *perigonium* Blumeo) turbinatus s. obovato-truncatus, in vertice sæpius marginato-incrassatus,

---

sincera æstimari potest; in *Gneto* autem ubi membranæ tres adsunt, duas ex iis ad nucleum legitime spectare verisimillimum est, quum et in *Podocarpo* et *Dacrydio* cupula externa, qualem ante apellavi, pro ovuli testa fortassis haberi queat. » (R. Br., *De floris feminei struct. ap. Cycad. et Coniferas*, in Phil. King *Itin. austr.*, t. II [1827], pp. 556-557 [anglice]. — Cfr. etiam Blumeum, *Rumph*, t. IV, p. 1.)

(1) « Involucellum coriaceum cujuslibet fructus *Ephedræ vulgaris* (involucello staminum bifido referendum) squamæ floriferæ et fructiferæ Abietinearum et cupulæ baccatæ *Taxi* æquiparandum est. » (Cl. Rich., *De Conif.*, p. 29. — Cfr. insuper ejusd. libri p. 136.)

initio clausus, tandem poro terminali v. rima brevissima pervius. FILAMENTUM lineare, complanatum, inclusum aut nonnihil exsertum sæpiusque brevissime bifidum. ANTHERA unica, minima, e lobis duobus globosis, sessilibus, plus minus discretis singulisque rima lata superne dehiscentibus; *polline* pulvereo. CALYX femineus (*vagina* s. *involucrum* Mey.; *ovarium* Blum.) anguste tubuloso-sacciformis, primum integer et reseratus, subinde poro terminali angustissimoque foratus, postea maxime accretus et succulentus factus. OVARIUM nullum. OVULUM unicum, erectum, orthotropum et dichlamydatum; tegmine externo crassiusculo, in ore integro v. breviter dentato (teste BLUMEO), nec usquam internæ tunicæ hærente; hacce tenuiori, nucleo etiam neutiquam aut pro parte tantum adnata, superneque in fistulam exilem, vulgo longissime exsertam, apice perviam varieque utplurimum lacero-fimbriatam continuo producta; nucleo (*nucello* Blum.) ovato v. ovato-oblongo, obtuso, integro, clauso, primumque solido. SEMEN integumentis tribus, externo crassissimo et carnoso (e perigonio incrassato), interioribus verum multo tenuioribus, fibrosis et membranaceis vestitum. EMBRYO in perispermio carnoso centralis, rectus, antitropus, fusiformis et in medio angustatus; caudiculo longo; cotyledonibus autem duabus brevissimis et divaricatis.

Arbores statura variæ, v. frutices scandentes, ramis nodosis, articulatis et solubilibus; foliis amplis, pennatim venosis, integerrimis; floribus spicatis v. spicato-paniculatis; in terris Asiæ intertropicis vulgati, multo rariores in America calidiore.

Stirpes insequentes, ad venularum in foliis naturam et distributionem cum attenditur, aliæ ab aliis arte facili discriminantur; atque licet id criterii verbis ægre exprimatur, eo tamen uti, notis alterius et tutioris, si quæ sunt, indolis deficientibus, tentavi.

I. — Venulis folii exsiccati postice conspicuis et dense reticulatis.

† Venulis exstantibus.

1. Gnetum paniculatum R. Spr. et Benth., in *Pl. Bras. bor. exsicc.*, n° 1923. = G. monœcum, glaberrimum, ramis gracilibus; foliis ovato- v. elliptico-oblongis, acutis v. breviter acuminatis, basi rotundatis; venis tertiariis postice dense reticulatis; panicula laxa, ampla, e ramis gracilibus; spicis primum ovato-acutis et confertim verticillatis.

FRUTEX glaberrimus, ramis teretibus et nodosis. FOLIA decussata, modo ovato-acuta, modo ovato- vel elliptico-oblonga tuncque breviter et acute acuminata, crassa (exsiccata coriacea) et in margine repanda, petiolo valido introrsum sulcato et circa semi-unciali nituntur; costa antice impressa; venis omnibus postice exstantibus, secundariis maxime remotis, tertiariis dense et mirum in modum reticulatis (folio arefacto). PANICULÆ fere semipedales, laxissimæ, e ramis decussatis, spicis autem confertim (6-8 insimul) verticillatis constant. BRACTEÆ coriaceæ de more coalent; inferiores acutæ sunt, supremæ autem omni dentis s. limbi vestigio, ut solet, destituuntur; axillis fulvo-tomentosis. VERTICILLI primum dense (5-6 simul) superpositi spicas ovato-acutas etsi lineares constituunt. FLORES uniuscujusque nodi s. verticilli stipatissimi admodumque sessiles, pilos fulvos inter se admittunt. MASCULI ex perigonio obconico recte truncato et polygono, antheraque centrali alte 2-fida (lobis subglobosis, rimatis), triplici serie circinatim ordinantur, pilis parcis immistis. FŒMINEI paucissimi e perigonio primum minimo, ovato, utrinque acuto clausoque, coronam unicam masculis superpositam et pilorum copia velatam sistunt. (Fores nondum explicati tantummodo suppetunt).

Riparius nascitur prope *S. Gabriel*, in regione Brasiliæ æquinoctialis quam alluit flumen dictum *Rio Negro*, occurritque Roberto SPRUCE.

(*Herb. Martianum.*)

†† Venulis planis.

2. Gnetum Thoa R. Br., in Philippi King *Itin. australasico*, t. II (1827), p. 555. — Ad. Brongn., in Duperr. *Itin.*, bot. phaner., t. I, p. 12, n° 5. = *Gnetum urens* Blum.—Endl., *Syn. Conif.*, p. 252 et 264 (floris fem. fig. analyt.). = *Thoa urens* Aubl., *Pl. Guian.*, t. II, p. 874, tab. 336. = G. scandens, monœcum, foliis ovato-ellipticis, acuminatis; florum verticillis in spicas interruptas confertis; spermodermio pilis prurientibus scatente.

FRUTEX scandens et glaberrimus, trunco, docente b. AUBLETIO, circiter decempedali, crassitudine autem semipedali, e materie albida, laxa et humore aqueo scatente, corticemque rugosum, rimatum ac gummifluum induente; ramis divaricato-oppositis, teretibus, interrupte crasseque nodosis et pro parte longe flagelliformibus (internodiis enim quandoque spithameis). FOLIA ovato-elliptica, breviter acuminata, 7-10 centim. et quod excedit longa, 4-5 lata, basi rotundata, coriacea, superne avenia nitidaque, subtus vero exiliter venulosa (venis præter costam immersis), integerrima, *petiolo* vix centimetrum longo utuntur. ANTHEMIA structuram notam obtinent, e spicis autem fiunt abbreviatis verticillisque numerosis contiguis, inde speciem cylindrico-annulatam s. torosam assumunt. Nodus florifer, crasse disciformis, cupula excipiente integer velatur, totusque tomento erecto fulvo densissimo et floribus paucis immisto tegitur. FLORES masculi et feminei minimi solitoque macriores sunt. FILAMENTUM antheriferum apice bifidum *antheræ* lobos globosos alium ab alio nonnihil dividit. Intra subexsucca seminis maturi tegumenta latent pili prurientes; nucleus autem editur (cfr. AUBLETII op. cit).

Viget in Guiana gallica (MELINONIS Herb. n° 84), vernaculeque *Thoa* audit.

(*Herb. Mus. par.*)

Gneti alterius (verisimiliter e terra paraensi Brasiliæ borealis) præcedenti super foliis, et *Gneto amazonico* nostro, infra descripto, de floribus proximi, specimen fructiferum in herbario musæi parisiensis exstat, magis autem mancum quam ut adumbrationem ejus proferre valeam.

††† Venulis impressis.

3. Gnetum Leyboldi Tul., in Martii *Fl. Bras.* (fasc. nondum edito), cum habitus adumbrat. et fig. analyt. — *Gnetum dioicum* Friderico Leybold, in Herb. Martiano et Vindob. (pro parte, planta scil. antherifera.). = G. monœcum, glaberrimum, foliis amplis, late ovatis ovatove ellipticis, vix acutis aut brevissime acuminatis, basi rotundatis, coriaceis, utrinque levibus, venulis postice laxe reticulato-impressis; panicula laxa, divaricata; spicis pedunculatis; verticillis contiguis, minimis; nodis floriferis inferne sterilibus et tomentosis; floribus quadantenus exsertis et anguste cylindricis.

ARBUSCULA (docente ill. MARTIO) glaberrima, ramis tornatis et crasse nodosis. FOLIA ut solet decussata, formam late ovatam v. ovato-ellipticam, acutiusculam aut brevissime acuminatam, basi autem rotundatam obtinent; 12-20 centim. longitudine et 7-10 latitudine æquant; crassa sunt (exsiccata coriacea) necnon utrinque levia et nitida; venis præterea antice planis omnibus et immersis, secundariis autem (exilibus, paucis et maxime distantibus) cum costa postice prominentibus, tertiariis contra ab eadem pagina reticulato-impressis signantur, petioloque valido vix centimetrali et late canaliculato singula fulciuntur. ANTHEMIA patentissima e pedunculis 2-3 contigue in eadem axilla superpositis, 7-10 centim. longis, gracilibus, interrupte nodoso-articulatis, et spicas pedicellatas 2-3 centim. longas e nodis agentibus singulatim constant. BRACTEÆ de more geminatim connascuntur; primariæ in dentem acutum productæ demittuntur, secundariæ autem quæ scilicet nodos florigeros fovent, calycem obverse campaniformem et sæpius integerrimum fingunt. VERTICILLI in singulis spicis contigui sunt; nodi s. receptaculi floriferi (obconici) pars inclusa sterilis est tomentumque rasum et dilute fulvum induit; pars autem superior pilis longioribus et saturatioribus vestita, flores utriusque sexus de specie consimiles, pariter exiguos, anguste cylindricos, obtusosque confertim exserit. INVOLUCRUM s. perigonium masculum poro minimo oblique (extrorsum) dehiscit, *staminis*que lobos 2 globosos et contiguos brevissime exstantes tradit. FLORES feminei, masculis nonnihil graciliores et interiores, e triplici tegmine tenuiter membranaceo, nucleoque pallido et carnoso, ut decet, singuli struuntur. DRUPA crasse obovato-elliptica et obtuse papillata, pollicem longitudine excedit.

Viget in sylvis primævis, udis, Brasiliæ borealis, circa Egam, Japuram et Nogueiram provinciæ dictæ Fluminis nigri; novembri florens, decembrique et januario fructiferum, ill. MARTIO occurrit.

(*Herb. Monac. et Mart.*)

Gnetum dioicum Leybold. typum hunc simul et sequentem, fortassis haud immerito, amplectitur; flores autem utriusque sexus, cl. LEYBOLDI pace, in verticillis præcedentis una generantur, prætereaque bene multa discrimina hos inter verticillos androgynos contiguos, et verticillos mere fœmineos distantesque *Gneti amazonici* nostri, quod ad bractearum et nodi floriferi structuram attinet, animadvertuntur. Flores feminei *Gneti Leyboldi* post masculos explicantur; imperfecti tantum suppetunt.

4. Gnetum amazonicum Tul., in Martii *Flora Bras.* (fasc. nondum edito), cum iconib. — *Gnetum dioicum* Leyboldo, in Herb. Vindob. et Martiano (pro parte, stirps nempe fertilis). =

G. diœcum, foliis amplis, ovato-ellipticis, brevissime acuminatis, coriaceis, postice reticulato-granulosis; paniculis laxissimis; bracteis de specie discretis, perexiguis, lunulato-reflexis; verticillis paucifloris, remotis; ovuli tubulo interno perquam exili, vix exserto et integerrimo.

Frutex undique glaberrimus, *ramis* teretibus, articulatis et in nodis (remotis et solubilibus) maxime incrassatis. Folia late ovato-elliptica, brevissime acuminata nec longius basi cuneata, hinc 12-16 centimetra, illinc 7-10 metiuntur, admodum coriacea sunt et in *petiolum* validum, alte canaliculatum et semipollicarem consistunt; *costa* superne impressa, postice autem cum venis secundariis (paucis et remotissime alternis) prominente, nervis reliquis impressis denseque reticulatis; pagina antica levi et nitida, aversa e contrario (folio exsiccato) minutissime reticulato-granulosa. Paniculæ (de femineis loquor quæ solæ suppetunt) axillares, solitariæ v. superposite et contigue geminatæ, laxe et divaricato-ramosæ evadunt, ramis oppositis et exilibus. Bracteæ omnes brevissimæ reflectuntur; principes ovato-acutiusculæ sunt; quæ autem singulos verticillos lunulatæ stipant, vix conspicuæ et ab invicem discretæ consistunt nec coalent. Flores (feminei) oppositi, terni v. quaterni (verticillis distantibus), admodum sessiles (patentissimi) et glabri, pube ferruginea parca et brevissima axi insita cinguntur. Calyx ovato-acutus, angustissime pervius, e pariete crassissimo fingitur. Ovulum lineari-conicum, de more sessile, orthotropum, erectum ac prorsus liberum, extus *tegmine* dimidium calycem æquante, integerrimo truncatoque, intus autem *membrana* tenuiori, in tubum filiformem breviter extra calycis fauces exstantem oreque subintegro et minimo pervium protracta tegitur; *nucleus* ipse teres et abrupte acutus v. subobtusus, ad imam usque secundinæ fistulam verticem effert, cæterum, anthesis tempore, omnis cum ejusdem basi coalitionis expers.

Provenit in sylvis quas alluit flumen Amazonum, circa Egam Brasiliæ centralis, innotuitque Pœppigio, mense septembri a. D. 1831 (Herb., n° 2601, sub titulo *Thoæ urentis* Aubl.).

(*Herb. Vindobon.*).

Formam diceres *Gneti Leyboldi* mere fœmineam, verticillis distantibus, bracteisque abortivis; foliis basi cuneatis et postice granulato-reticulatis etiam differre videtur; attamen non mirarer cur typus rite diversus aliis, ut jam cl. Leyboldo, non haberetur.

II. — Venulis vagis, laxissimis, vix conspicuis, planis aut vix impressis.

5. **Gnetum nodiflorum** Ad. Brong., in Duperr. *Itin.*, Bot. phan., t. I, p. 12, nº 6. — *Gnetum moniliforme* ejusd., in sched. msc. (Herb. mus. Par.) = G. scandens, monœcum; foliis ovato-ellipticis, breviter acuminatis, amplis, coriaceis; florum verticillis crassissimis et ab invicem maxime distantibus.

Frutex ab omni parte glaberrimus, scandens, ramis cylindricis articulato-nodosis (internodiis longis, nodis autem mediis transversim coarctatis), corticemque tuberculoso-asperatum induentibus. Folia opposita, crassa, coriacea, utrinque nitida, ovato-elliptica, brevissime acuminata, basi rotundata vel emarginata, amplissima, nempe 10-20 centim. longa et 6-10 lata, integerrima et parcissime venosa (venis secundariis remotissimis exilibusque), *petiolo* crasso, canaliculato et centimetrum circiter longo nituntur. Anthemia sedem structuramque parem atque in *Gneto venoso*, infra descripto, obtinent, multo autem majora, laxiora et magis divaricata fiunt. Verticilli inter se maxime distantes, modo hemisphærici, modo globosi, nunc contra crasse disciformes secundum ætatem veniunt, tandemque pro maxima parte e cupula excipiente nudi exeunt; nodus florifer inferne tomento fulvo erecto densissimoque tegitur et sterilis est, supra autem flores masculos numerosissimos stipatissimosque nec non et coronam femineam unicam axi circumpositam glaber v. subglaber gerit. Calyx masculus obconicus, vertice crassior truncatusque in labia 2 obsoleta anguste dehiscit; *filamentum* deplanatum lobos 2 *antheræ* sessilis globosos vix exserit. Sacculus ovulifer crassior est ac in *Gneto venoso*; *ovulum* e membrana interna nucleo non hærente acus ope facile exuitur.

Viget in Guiana gallica (Melinonis Herb. nº 108) et anglica (Schomb. Herb. nº 1013, ex sylvis Roraimæ).

(*Herb. Mus. par.*).

III. — Venulis creberrimis, repando-parallelis.

6. **Gnetum venosum** Spr. et Benth., in *Pl. Bras. exsicc. coll. Spr.*, nº 1579 (maio 1851). = G. monœcum, foliis ovato- vel elliptico-oblongis, hinc et illinc tenuatis, et in utraque pagina exiliter venosis, venulis parallelis, sinuosis; paniculis laxis, exilibus; bracteis connatis calyciformibus; verticillis densifloris.

FRUTEX glaberrimus, *ramulis* teretibus, gracillimis et nodosis, nodis remotis crassisque. FOLIA ovato- vel elliptico-oblonga, utrinque breviter attenuata (quandoque etiam nonnihil acuminata), 10-12 centim. longa, 3-4 lata, integerrima, repanda, tenuiter membranacea, in utraque facie concolora simul et prominenti-venulosa (sicca saltem); *venis* omnibus præter costam superne planam exilibus, secundariis remotis, tertiariis autem exilissimis sinuosis et stipatissimis; *petiolo* centimentum circiter longo. ANTHEMIA foliis breviora, alia axillaria, solitaria v. superposite et contigue geminata, alia terminalia, laxa omnia, singula e spicis (de more interruptis) simplicibus aut ex spicis oppositis in paniculam digestis constant. BRACTEÆ primariæ folium maxime deminutum fingunt; quædam autem, limbo amisso, squamam crassam ovato-acutam brevissimamque referunt; squamæ istius sortis decussatim, ut decet, oppositæ, geminatim connectuntur. FASCICULI s. verticilli pauciflori, crassitudine minimi, remoti, axi gracili trajiciuntur, singulique semi-globosi bractea crassa continua (e duabus sane connatis) integerrima calyciformi et in utroque pariete glaberrima toti arcte excipiuntur. FLORES exigui inter tomentum fulvum axis nodo fertili ubique et densissime insitum constipatissimi, bracteam haud excedunt. CALYX masculus obconico-linearis in ore truncato subinteger est et glaber. FILAMENTUM deplanatum extra calycem non exstat. ANTHERA unica summo fulcimini sessilis imponitur, continua, minima et 2-loba, lobis contiguis, globosis, ac rima lata superne dehiscentibus. FLORES feminei coronam interiorem simplicemque inter pilos de more constituunt; *calyce* ovato-lineari in summo nigrente. FRUCTUS maturus formam crasse ovatam, brevissimeque papillatam obtinet et longitudine pollicaris est; integumentum ejus externum (obsoletum et exhaustum, ni fallor, suppetit) quasi e stupa intricata s. compacta factum videtur; internum contra, de specie simplex, membranam tenuem et utrinque levem refert. NUCLEUS aridus et corrugatus totam fructus cavernulam implet.

Nascitur in ora meridionali fluminis *Rio Negro* Brasiliæ borealis, ad concursum usque fluminis *Solimoes*, auctore clar. SPRUCE (Herb. n° 1579); occurrit etiam ill. MARTIO in regione paraensi quæ propior orienti patet. (*Herb. Mus. Par.*, *Vindobon.*, *Martian.*)

Venulæ exilissimæ flexuosæ et stipatissimæ quæ in folii aridi pagina antica oblique a costa ad marginem decurrunt, speciem quodammodo sericeam et certe peculiarem eidem præstant.

7. **Gnetum microstachyum** Spr. et Benth., in *Pl. Bras. bor. exsicc.*, n° 2314. = G. diœcum (?), glaberrimum; foliis ovatis,

anguste acuminatis, basi rotundatis et exiliter venosis, venulis repando-parallelis; panicula laxa; verticillis spissatis; floribus femineis subglobosis, paucissimisque in singulis verticillis.

FRUTEX glaberrimus, *ramulis* exilibus, teretibus, remoteque et nodosis et foliiferis, nodis præterea mediocribus. FOLIA de more decussatim opposita, late ovata, in acumen acutum longiuscule angustata, basi vero rotundata, *petiolo* fulciuntur exili et centimetrali, costaque antice impressa, nec non *venulis* tenuissimis creberrimis et sinuose decurrentibus utuntur. ANTHEMIUM fœmineum (quod solum suppetit) solitarie axillare nascitur et interrupte brachiatum; *brachiis* 2 contigue superpositis in singulis bractearum axillis et dense nodifloris, supremo majore; *bracteis* brevissimis, integris, anguste cyathiformibus et in axilla dilute breviterque fulvotomentosis. FLORES 2-4 in singulis nodis verticillati, sessiles et globosi, tubulum ex ovuli interno tegmine protracto pallidum et brevissime exsertum ostendunt.

Oritur in provincia brasiliensi Maranæ superioris, prope *S.Gabriel da Cachoeira*, secus ripas fluminis nigri. (R. SPRUCE, l. cit.)

(*Herb. Martianum*).

Præcedentem typum (scil. *Gnetum venosum* Spr. et Bnth.) nervorum indole adprime imitatur; discriminari autem videtur foliis longe acuminatis, basi contra obtusis, anthemiisque unisexualibus.

II. — EPHEDRA.

EPHEDRA Tournef., *Inst. Rei Herb.* (ed. alt. A. D. 1700 Parisiis vulg.), t. I, p. 663, et *Coroll.*, p. 53, tab. 477 (t. III). — Rich., *Comment. de Conif. et Cycad.* (1826), p. 26-32 et 135, tab. IV et XXIX. — Endl., *Gen. Pl.*, p. 263, nº 1804; *Synops. Conifer.* (1847), p. 253. — Meyer, in *Act. Acad. sc. Petrop.*, ser. VI, t. V (1849), p. 253. — Walp. *Ann. Bot. syst.*, t. III, p. 452.

FLORES monœci v. diœci, spicati (*spicis* unisexualibus, masculis multifloris, femineis vero flores duos spurie terminales typice tantum enitentibus), monochlamydati, sessiles, bracteaque singulatim stipati; *bracteis* (*vaginis* MEYERO; *squamis* RICARDO) decussatim oppositis ac plus minus geminatim connatis. MASC. : CALYX (*involucrum* RIC.; *vaginula* MEY.) latens, amplus, utri- v. sacciformis, obovatus v. subglobosus, compressus, avenius, obtusissimus, latealteque bilabiatus at suboeclusus, labiis enim æqualibus integerrimis et contiguis v. angustissime hiscentibus. Filamentum (*androphorum* Ricardo) crassum, lineari-complanatum, ex imo calyce natum, liberum, inclusum aut partim exsertum, ac in apice obtusissimo conferte et flabellatim antheriferum. Antheræ omnino sessiles vel deorsum in modum stipituli tenuatæ, minimæ, obsolete tetragonæ v. cuneiformes, obtusissimæ (truncatæ sæpius), singulæque e bursis 2 connatis poro rotundo et apertissimo in apice sigillatim perviis; *polline* pulvereo et aureo-pallido. Foem: Calyx (*involucellum* Ric.) sacciformis, e membrana mox indurata, primum impervius, apice autem cito anguste pertusus. Germen nullum. Ovulum solitarium, erectum, ovato-trigonum ac monochlamydatum; tegumentum (*calyx* Ric.) tenue, ab ima basi ad medium, et ultra quidem, nucleo adnatum (etsi anthesis tempore ab eodem facile solubile), sursum versus discretum, at subito contractum, et in fistulam (*tubillum* Ric.; Mey.) exilem longe exsertam et recte v. oblique sectam productum; *nucleus* ovato-oblongus, in summo sæpius indurato-excavatus. Semen ovulo conforme, e testa (calyce mutato) coriacea, tegmine contra tenuissimo, *endospermio* carnoso-oleoso et crassissimo, nec non *embryone* medio, recto, antitropo, longe cylindrico et dicotyli; *cotyledonibus* crassis, semiteretibus et contiguis; *caudiculo* subæquali et cylindrico.

Frutices interdum scandentes v. arbusculæ comosæ ubique terrarum in regionibus temperatis obvii, ramis oppositis, de specie aphyllis, novellis junceis, virentibus, ac sæpissime pendulis; foliis linearibus, oppositis, vaginato-connatis, et limbo plerumque destitutis; spicis brevibus e bracteis confertim decussatis et geminatim connatis.

Unicam nuclei feminei tunicam, quam eidem inferne hærere Ricardus ipse compertus est (1), sponsalium tempore integram tamen detrahere potui, illiusque tenuitatem postea non mutatam miratus sum. Sacculus amnioticus recens fecundatus formam linearem rectam sursum maxime acutatam et appendiculis destitutam induit, et a summo dependet nucleo, cui enim nonnihil indurato basi cito adnascitur. De nucleo autem brevi consumpto postremum nil superest nisi membrana tenuis, tenax, et ab intus levissima qua endospermii moles embryone centrali fœta (prætereaque sane sacculo amnii accreto et sibi admodum adhærente vestita) involvitur. Id membranæ pro maxima parte cum tegmine in fistulam protracto tunc temporis coalitum, arte si facillima detraxeris, endospermium integrum nudaveris. Inde sane quibusdam oriri posset opinio nucleum *Ephedræ* suo non hærere tegmini; memorata autem membrana non solum a sincero illo tegmine fistuligero differt, sed etiam pro legitimo ovuli tegumento interiore, me saltem jùdice, haberi nequit; namque licet illius apex fossula sæpius cavetur, endostomaque mentiatur, impervius semper mihi visus est. Plura et certiora de argumento natura viva explorata docebit. Quod si *Ephedræ* nucleus duplici integumento præter calycem, reapse uteretur, tubus ad pulverem fœcundantem excipiendum aptatus tunc exostoma, in *Gneto* contra endostoma traduceret.

---

(1) Cfr. celeberrimam illius *de Coniferis* dissertationem, p. 136.

1. **Ephedra americana** Willd., *Sp. pl.*, t. IV, part. II (1805), p. 860. — H. B. K., *Nov. Gen. Am.*, t. II, p. 3. — Rich., *Comment. de Conif.*, p. 31, tab. 29, fig. 2. — Meyer, *Dissert.* cit., in Collect. cit., t. V, p. 287. = *Ephedra andina* Pœpp., in sched. mss.—Mey., loc. cit., p. 268.—Cl. Gay, *Fl. Chil.*, t. VI, p. 400. = E. ramis scabriusculis; spicis ovatis. obtusis; antheris 4-6; bracteis femineis supremis tandem carnosis et fructus æquantibus.

Frutex circiter orgyalis (interdum etiam arbuscula sesqui- vel bi-orgyalis) et ramosissimus, ramulos modo erectos porrigit, modo contra instar *Salicis babylonicæ* demittit. Rami undique glaberrimi, tactu scabriusculi, teretes, gràciles, primumque junciformes, corticulam virentem induunt quæ postea, sicut *Vitis* nostratis cortici mos est, in fibrillas aridas secedit; rami isti nodosi (internodiis longitudine variis, plerisque tamen circiter pollicaribus) modo sibi invicem opponuntur, modo quaternatim (et quidem de specie 6-12 insimul) verticillati decussantur, senescendoque naturam ligneam assumunt. Folia vix centimetro longiora, connata opponuntur, eorumque limbus filiformis (quandoque nullus) in vaginam æquilongam qua in ima nodus matrix (interdum obsoletus, contractus) latitat, subito dilatatur; hæc autem vagina tubulosa integraque primum, ad basim usque gemmis axillaribus tumentibus hinc et inde tandem scinditur. Flores monœci. Spicæ masculæ admodum sessiles, axillares (oppositæ v. subverticillatæ) aut rarius terminales, ovatæ, obtusæ, et 6-10 millim. longæ, e bracteis s. squamis semiorbicularibus, concavis, obtusissimis, integerrimis, in limbulo angustissimo tenuato et subscarioso pallentibus, basi breviter geminatim connatis, tetrastiche confertissimis (oppositis), numeroque 6-10, in singulis spicæ lateribus s. angulis, constant. CALYX late sacciformis, obtusissimus et 2-labiatus (labiis integerrimis) bractea suffulciente brevior est. COLUMNA antherifera linearis, complanata, crassa, rigida, squamam maternam nonnihil excedit, antherasque exsertas facit. ANTHERÆ 4-6, aliæ tetragonæ, aliæ conoideæ, omnes obtusissimæ, recte truncatæ, sessiles, superiores nonnihil basi attenuatæ, flabellatim confertimque erectæ, ab invicem liberæ, et extrorsum secundæ, duplici poro singulæ in vertice dehiscunt, intusque septo medio in locellos 2 dividuntur; *polline* aureo. SPICÆ femineæ bracteis paucioribus, laxioribus, basi plus minus geminatim connatis (quarum extremæ succulentæ fiunt) struuntur, et flores 2 contigue oppositos in vertice sessiles sustentant. MICROPYLE in canaliculum exilem, rectum, oblique truncatum (ore propterea 1-labiato) ultra calycis ostiolum longiuscule protrahitur. SEMINIS ovato-lanceolati, subtriquetri, antice nempe deplanati, postice e contrario convexi, tegumentum exterius (e calyce aptato) fuscum, crassum et coriaceum de more est; tunica autem interior tenuis et subachroa; *perispermium* et *embryo* centralis, rectus et dicotylis, simul pariterque oleoso-carnosa, aurea. Semen immaturum bracteas maternas diu longe excedit, eisdem vero tandem protractioribus et carnosis factis æquatur et velatur. Bracteæ binæ supremæ longe connascuntur.

Nascitur in collibus et montibus terrarum occidentalium Americæ meridionalis totius, nempe in regno Novo-Granatensi (*Herb. Hartweg.* n° 1394), Quitensi (BONPLANDI *Herb.* n° 3079), ac Peruviano (DOMBEYO et RUIZIO testib. in *Herb. Musæi Paris.*); in variis Boliviæ provinciis, nempe Tominensi et Ayopayensi, nec non circa *la Paz*, *Oruro* et *Potosi*, arenam secus torrentes prædiligit, licet in apricis saxosis montium frequens etiam oriatur (PENTLANDI *Herb.* n° 25; Orbiniani nn. 1516 et 1519; WEDDELII nn. 3907 et 4173); apud Chilenses ubique fere reperitur, videlicet tum in alpibus præruptis, tum in plagis arenosis ad littora Oceani, octobri ineunte floret, vernaculeque *Pingó-Pingo* et *Frutilla* (i. e. Fragaria) *del campo* audit (auctoribus GALDICHALDO, GAYO, PŒPPIGIO, CUMINGIO [*Herb.* nn. 372 et 1210] et BERTERO in *Herb. Musæi parisiensis*).

In andibus Potosinis ad nives usque sempiternas, scilicet ad altitudinem MMD hexapodum, rara ascendit, secundum ORBINIUM; ad altitudinem duplo circiter minorem, nempe MCCL hexapodum, in regione Tominensi, altius autem circa *la-Paz*, crescentem vidit clar. WEDDELLIUS.

(*Herb. Mus. par.*, *Vindobon.*, *Monac.*).

2. **Ephedra Tweediana** C.-A. Meyer, in *Act. Acad. sc. Petropol.*, l. cit., p. 286, fig. 9 (tab. VII). = E. ramis levibus; foliorum vaginis membranaceo-scariosis; bracteis supremis spicæ femineæ vix incrassatis.

Ab *Ephedra americana* nostra præcedente non differre mihi videtur nisi ramis hornis levioribus (utplurimum scilicet neutiquam scabriusculis), foliorumque vaginis tenuissimis membranaceo-scariosis et pellucidis. Hoc saltem de planta mere mascula, sola mihi suppetente, cujus spicæ antheriferæ ab omni parte cum stirpe præmissa congruunt, dicere queo. Spicæ femineæ, docente MEYERO, solæ etiam in certis individuis occurrunt; earumdem bracteæ tempore maturo non carnosæ fieri creduntur tubusque micropyles in ore tuncatus et obsolete crenulatus visus est (Cfr. MEYERI loc. cit.)

In agro montevidensi Brasiliæ australis, mense maio A. D. 1767, COMMERSONI, et, recentiori ævo, GAYO et GALDICHALDO occurrit. Specimina MEYERO adumbrata, TWEEDIO lecta, circa Bonariam creverant.

(*Herb. Mus. par.*).

3. **Ephedra humilis** Wedd., in *Ann. sc. nat.*, ser. 3, t. XIII (1850), p. 251. — Walp., *Annal.*, loc. cit. = E. humillima; foliorum vaginis haud scariosis; bracteis femineis laxis, supremis fructus duplo breviores velantibus.

FRUTICULUS est humillimus cujus rami primarii filiformes et nodulosi instar rhizomatum hypogæi reptant; ex his extremis brachia nascuntur crassiora, divaricato-corymbosa, brevissima partimque hypogæa quæ *ramulos* de more junciformes gracillimos flexuosos et 2-5-pollicares exserunt. RAMULI isti, ut decet articulati (internodiis vix semi-pollicaribus, nodis modice v. neutiquam incrassatis), vaginulas geminatim et decussatim connato-oppositas, ovato-acutas, brevissimas, haud scariosas, tandemque aridas, foliorum loco gerunt. SPICÆ femineæ (quæ tantum dantur) ex imis ramulis epigeæ sessiles erectæque oriuntur, singulæ e singulis vaginarum (foliorum) axillis; perfectiores e bracteis 6-10 late ovatis, vix acutis, tenuibus, quadruplici decussatoque ordine instructis, laxe imbricatis, de more maxime inæqualibus et basi geminatim plus minus coalitis constant; bracteæ supremæ quatuor, cæteris multo majores, introrsum margine nonnihil revolutæ ac longius connatæ, maturo tempore crasse succulentæ evadunt et nitide rubent. SEMINA 2 juxtaposita, ovata, acutiuscula, hinc plana, inde convexa, fusca et levia, singulis spicis summa sessiliaque sustentantur, et bracteis supremis semper duplo longioribus excepta penitus occultantur; tubulus micropyles longiuscule extra perigonii porum protractus oblique secatur; perispermium embryoque medius inclusus pallide virent, nec aureo inficiuntur colore.

Oritur in arenosis udis Andium peruvianarum circa lacum *Titicaca*, MDCCC hexapodum supra Oceani ripas, nec non in jugis montium Tacorensium (provinciæ peruanæ Tacnensis), ad altitudem MM hexapodum, WEDDELLIOque fructifera reperta est ann. 1847 et 1851, vere. (Herb. propr. n° 4385).

(*Herb. Mus. par.*).

Ab *Ephedra andina* cujus formam pusillam, alpinam, mentitur, bracteis (femineis) laxioribus, semineque dimidio minori nec unquam exserto tuto sane distinguitur.

4. **Ephedra triandra** Tul., in Martii *Flora Bras.* (fasc. mox edit.), cum fig. — E. vaginis foliorum pellucido-scariosis; spicis ovato-acutis; antheris tribus in singulis androphoris; bracteis fructus stipantibus vix incrassatis.

FRUTICULUS undique glaberrimus, *ramis* teretibus, gracillimis, initio virentibus lævibus et junciformibus, tandem corticulam pallentem et rimatam induentibus, atque e nodis incrassatis brachia plurima agentibus; internodiis sæpius pollicaribus. FOLIORUM loco squamæ exstant decussatæ, connatæ, ovato-acutissimæ, longitudine circiter lineares, margine late et tenuissime scariosæ, moxque, ut videtur, ab invicem liberæ (vaginula intermedia lacerata pereunteque) et aridæ persistentes. FLORES ut videtur diœci. SPICÆ masculæ anguste ovato-acutæ, obtuse tetragonæ, 6-8 millim. longæ, admodum sessiles et erecto-patentes, aut oppositæ binantur aut quaternæ circinant; *bracteis* ovatis, concavis, duris, in margine tenuato subscariosis, breviter geminatim coalitis, infernis et superioribus acutis, mediis autem obtusis. CALYX e membrana tenui, obovatus, obtusissimus, 2-fidus, labiis de more bracteæ parallelis, eadem vix brevioribus, modiceque hiantibus. ANTHERÆ 3 oblongæ, subtetragonæ et recte truncatæ, poris 2 latis singulæ dehiscunt; interiores duæ, tertia brevior prioribus intermedia et supposita; omnes in sustentaculo communi lineari-deplanato et bracteam æquante plane sessiles, extremæ, exsertæ, confertim erectæ et extrorsum secundæ; *polline* pallido. Spicæ femineæ ramulos breves, nempe vix centimetrum longos, ac sæpius de more oppositos solitariæ terminant; ovatæ et utrinque acutissimæ sunt *bracteis*que 6-10 ovatis, laxe imbricatis, patulis et maxime inæqualibus, infernis minimis acutioribusque, supremis omnium maximis et brevissime (extremis quidem) basi connatis struuntur. Flores 2 de specie terminales, oblongo-elliptici, plano-convexi et antica facie, ut assolet, contigui, bracteis semper pro maxima parte velantur tubulumque ex micropyle longe protracta exilem subflexuosum et oblique, ut videtur, truncatum exserunt. Semina fusco-badia florum formam retinent, 6-8 mm. longitudine metiuntur bracteisque ut videtur coloratis at neutiquam aut vix incrassatis tota fere abscondita excipiuntur. Quoad endospermium aureum et embryonem (ejusdem naturæ et coloris) conclusum, frutex de quo agitur *Ephedram andinam* Pœpp. prorsus imitatur.

Oritur in provincia austro-brasiliensi *del Rio-Grande* (Herb. Imp. Bras. et Gald., nn. 697, 877, 1017 et 1743). Specimina supra descripta in herbario Musæi parisini continentur.

(*Herb. Mus. par.*).

Tute distinguitur a cæteris *Ephedris* austro-americanis quæ mihi innotuerunt, ejusque criterium in foliorum vaginis pellucido-scariosis, spicis utriusque sexus acutis, antheris ternatim sociatis ac fulcimine toto incluso innixis, nec non in seminibus crassis et bracteis stipantibus haud incrassatis præcipue versatur.

DES

FORMATIONS VÉSICULAIRES

DANS LES CELLULES VÉGÉTALES,

Par M. Aug. TRÉCUL.

IV. — Des vésicules pseudo-nucléaires.

Entre les vésicules fausses vacuoles et le nucléus s'en placent d'autres que je puis appeler *vésicules pseudo-nucléaires*, parce qu'elles commencent par des globules protoplasmiques homogènes, semblables aux très jeunes nucléus. J'en citerai trois types des plus intéressants.

L'une de ces vésicules est si remarquable, que j'ai été quelque temps sans savoir si je n'avais pas sous les yeux un végétal parasite nouveau ; mais je finis par découvrir dans un grand nombre de spécimens, dont je donne ici quelques figures, des caractères qui m'ont prouvé qu'elle est bien un élément du fruit du *Solanum nigrum* qui la contient, et qui seul me l'a montrée jusqu'à présent. Pour bien l'observer, il faut examiner le suc de la baie sans ajouter d'eau.

Elle débute par un globule grisâtre dont la dimension varie. J'en ai trouvé qui n'avaient que 0,004 de millimètre de diamètre, et d'autres qui avaient jusqu'à 0,0175 (pl. 4, fig. 1, 2, 3). A une certaine place de la périphérie interne d'un tel globule devenu vésicule naît une aréole lenticulaire (pl. 4, fig. 4, *a*) qui rappelle un nucléus déprimé ; cette aréole, d'abord incolore ou grisâtre comme le reste du contenu de la vésicule, et qui devient un peu granuleuse ainsi que lui, se colore graduellement en vert. Sa teinte est faible dans le principe, et acquiert ensuite autant d'intensité que le montre la figure 5 en *a*, planche 4. Cette aréole vue de côté a souvent la forme du croissant. Le reste de la substance conserve sa couleur grise. Telle est la vésicule dans sa plus grande simplicité ; mais elle est fréquemment composée. Alors le globule gris, ou vésicule primitive, peut en produire deux, trois, six, dix, et même vingt dans son intérieur, et elle continue de les entourer, ainsi que le font voir les figures 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, planche 4. Ces vingt vésicules secondaires ont la même structure et la même dimension que la vésicule simple de la figure 5, c'est-à-dire qu'elles ont une aréole verte et un contenu grisâtre.

Les figures 6 et 9, planche 4, montrent des vésicules mères contenant chacune deux vésicules secondaires. Dans la figure 9, celles-ci semblaient encore imparfaites ; elles étaient au contraire achevées dans la figure 6, et les aréoles étaient vues de côté. Dans la figure 8, planche 4, les aréoles étaient vues de face, ainsi que dans les vésicules secondaires v' de la figure 10. Cette figure 10 contenait en outre, en v'', deux globules, qui probablement étaient le commencement de deux autres vésicules secondaires.

Dans quelques vésicules des plus composées, on remarque parfois, parmi les vésicules secondaires, un gros nucléus vésiculaire avec son nucléole. C'est un tel nucléus qui est représenté en *n*, fig. 12, pl. 4. Il a une assez grande dimension par rapport à la vésicule mère. On voit ses nucléoles en n'.

Dans d'autres vésicules composées, il existe une ou plusieurs vésicules secondaires remplies d'un liquide rose (pl. 4, fig. 13 et 15 en *r*). Dans quelques autres, le nombre des vésicules roses prédomine, comme l'indique la figure 21, dans laquelle on ne trouve plus que deux vésicules à aréoles vertes, avec cinq vésicules roses. Les organes représentés par les figures 21 et 15 semblaient démontrer que ces vésicules deviennent des cellules ; car ils sont en petit l'image d'une cellule semblable à celle que montre la figure 22, planche 4. On arrive encore à la même conclusion par l'observation de vésicules semblables à la figure 14, planche 4. C'est une vésicule dans laquelle est née une vésicule fausse vacuole qui a grandi considérablement, et a refoulé les autres vésicules secondaires v' sur le côté, avec le protoplasma qui les enveloppe. Elle peut dilater tellement la vésicule mère, que j'en ai mesuré qui avaient le diamètre énorme de 14 centièmes de millimètre. On voit souvent de ces vésicules fausses vacuoles, que MM. Mohl et Nägeli regardent comme de simples vacuoles, se colorer en rose, c'est-à-dire que l'on en trouve à tous les degrés de coloration entre la teinte dite incolore et un rose violet plus ou moins foncé. Les grandes vésicules composées, sans vésicules fausses vacuoles ou sans vésicules roses, atteignent 0,06 de millimètre, et la vésicule simple a environ 0,005 à 0,008 de millimètre ordinairement.

Je dois prévenir une objection qui pourrait m'être faite relativement à la transformation de ces vésicules composées en cellules. On me dira peut-être que ce ne sont pas des vésicules, mais des jeunes cellules nées par formation libre. Ma réponse sera facile; car il est bien évident que les vésicules secondaires renfermées dans les composées ne sont pas des cellules proprement dites. Ce sont certainement des vésicules analogues aux vésicules fausses vacuoles incolores, ou roses, qui les accompagnent quelquefois. Or ces vésicules secondaires (pl. 4, fig. 6, 8, 11, 12, 13, v') ont la même structure que les vésicules simples (pl. 4, fig. 5), dont on trouve tous les degrés de développement dans le liquide de la pulpe, et ces vésicules simples ont assurément la même origine que les vésicules composées; elles commencent ainsi que ces dernières par un globule grisâtre. Si la vésicule simple est une vésicule et non une cellule, la vésicule composée est une vésicule aussi. Si l'on admet que la dernière est une cellule, la vésicule simple, et par conséquent la vésicule secondaire qui est identique avec elle, sont aussi des cellules. Si l'on ne veut pas que la vésicule secondaire renfermée dans la vésicule composée soit une vésicule, mais une cellule, la vésicule rose des figures 13, 15, 21, etc., doit être également considérée comme une cellule. Il en sera de même de la vésicule fausse vacuole de la figure 14 *f*, planche 4, qui refoule sur le côté les vésicules secondaires comme de simples grains ou vésicules de chlorophylle, avec lesquels elles ne sont pas sans analogie. Le lien qui unit toutes ces vésicules est si intime, que l'on trouve aussi, éparses dans le liquide intercellulaire de la pulpe, des vésicules roses isolées, telles que les montrent les figures 25 et 26 (pl. 4) à tous les degrés de coloration. On ne trouvera certainement pas de différence entre ces vésicules roses isolées et celles qui sont enfermées dans les vésicules composées (pl. 4, fig. 13' *r*, 15 *r*), ou dans les cellules représentées par les figures 22 et 23, planche 4. Dans cette dernière figure, les vésicules roses sont accompagnées de quelques vésicules chlorophylliennes *v*. Si les premières sont considérées comme de jeunes cellules, les dernières doivent l'être aussi. On voit donc déjà qu'il existe une transition insensible entre ces formations vésiculaires et la cellule proprement dite. Cette vérité deviendra plus évidente encore par la suite.

Si, d'autre part, on voulait arguer de ce que ces vésicules à aréoles vertes, ou les globules qui leur donnent naissance, ne sont guère observées qu'en dehors des cellules proprement dites, ce serait admettre qu'il existe un mode de multiplication interutriculaire. Mais il me paraît bien plus vraisemblable qu'il arrive ici ce qui s'accomplit dans le sac embryonnaire, dans l'albumen du *Sparganium ramosum*, dont j'ai parlé à l'occasion de la multiplication utriculaire par les nucléus, c'est-à-dire que tous ces globules gris, que toutes ces vésicules vertes, roses, incolores, sont nées dans des cellules qui ont ensuite été résorbées, ou au moins dans un liquide sorti des cellules mères par la résorption de leurs membranes ; que ce liquide hors des cellules continue à *vivre*, à *végéter*, à donner naissance à de nouvelles vésicules, ou si l'on aime mieux à de nouvelles cellules, car évidemment on est conduit à rapprocher ce phénomène du mode de formation libre des cellules. Il est vrai que, dans le mode de multiplication utriculaire appelé *libre*, les anatomistes admettent qu'il naît d'abord un nucléus, que du protoplasma se dépose autour de ce nucléus, et qu'une membrane utriculaire naît autour de celui-ci. J'ai déjà cherché à prouver, et je crois avoir réussi, que M. Hofmeister lui-même, qui a si bien vu ce qui se passe dans le sac embryonnaire, est allé au delà de ses observations. Il n'a point vu le dépôt de protoplasma autour des nucléus ; il le dit à la page 10 de son travail cité plus haut. Et pourtant, influencé par les idées dominantes, il l'adopte à la page 61, comme général dans la multiplication des cellules à l'intérieur du sac embryonnaire. MM. Mohl, Nägeli, Unger, Schacht, Schleiden, etc., admettent la même théorie. Un examen plus attentif les amènera à reconnaître, j'en ai la conviction, que, dans cette circonstance, c'est la membrane de la vésicule nucléaire elle-même qui devient la membrane utriculaire. C'est absolument ce qui se passe chez beaucoup de mes vésicules. On le voit donc, de quelque manière que l'on envisage la question, on trouve que ces formations vésiculaires se confondent avec les cellules ordinaires.

Cela prouve que nos définitions ne peuvent souvent rien présenter d'absolu, et que nous ne devons pas attacher trop d'importance à les rendre très précises, puisqu'il est impossible dans beaucoup de cas de leur donner toute la netteté que peut désirer notre raison.

Bornons-nous donc à nommer *cellules* les organes vésiculaires qui sont ordinairement munis d'une enveloppe de cellulose, et ***vésicules*** les petits organes vésiculiformes qui sont renfermés dans les cellules ordinaires, en reconnaissant par la pensée le lien intime qui unit les unes aux autres.

Après cette digression, je reviens à mes vésicules pseudonucléaires, dont d'autres exemples m'ont été offerts par les *Solanum Dulcamara* et *Berterii.*

Ces vésicules commencent aussi par des globules gris. Il paraît y en avoir au moins deux sortes dans la baie du *Solanum Dulcamara :* les uns fort petits (pl. 4, fig. 31, 32), les autres beaucoup plus volumineux (fig. 37, 38). L'une et l'autre sorte conduit à la cellule contenant des vésicules, qui renferment elles-mêmes des granules de couleur rouge de Mars ; mais ces deux sortes ne se comportent pas identiquement de la même manière. Dans les uns, et ce sont surtout les plus gros chez lesquels on remarque ce phénomène, il se fait souvent une vacuole qui finit par occuper à peu près toute la cavité de la vésicule, en refoulant le protoplasma qui est bientôt réduit à une couche périphérique plus ou moins épaisse, soit sur tout le pourtour de la vésicule comme dans la fig. 39, pl. 4, soit sur une partie de ce pourtour, comme figure 41. Dans ce protoplasma se manifestent des petites taches orangées, qui ne tardent pas à se montrer comme des vésicules contenant des granules colorés. Dans d'autres globules grisâtres, le protoplasma semble avoir entièrement disparu (pl. 4, fig. 40); tout le contenu de la vésicule est homogène et incolore; mais du pourtour interne de la pellicule qui la limite naissent çà et là de petites éminences orangées ou rouges *c*, enserrant déjà de très petits granules plus foncés, lesquelles éminences deviennent des vésicules.

Chez les plus petits globules gris, comme le montre la gradation qui existe dans les figures 31, 32, 33, 34, 35 et 36 de la planche 4, on n'observe, à aucune époque, de vacuole ou de vésicule fausse vacuole; on voit poindre çà et là dans le contenu grisâtre des ponctuations rouges, dont le nombre et la largeur augmentent avec l'accroissement de la vésicule. Dans les petites vésicules représentées à la planche 4 par les figures 33, 34 et 35, on ne distinguait que des taches rouges mal limitées; dans la vésicule représentée par la figure 36, au contraire, un examen attentif faisait découvrir que les taches rouges, qui étaient aussi très élargies et elles-mêmes en apparence granuleuses, occupaient chacune le centre d'une masse protoplasmique grisâtre, séparée de ses voisines par une légère ligne sombre. Enfin, dans certaines vésicules, les masses protoplasmiques à contenu coloré, ou jeunes vésicules secondaires, étaient très nombreuses (pl. 4, fig. 36); tandis que chez d'autres, il n'y avait qu'un petit nombre de ces vésicules de second ordre (pl. 4, fig. 45, 46 et 47).

Dans l'arrière-saison, quand les organes herbacés de la plante commencent à se flétrir, ou peut-être à la dernière période de la végétation des fruits du *Solanum Dulcamara*, j'ai trouvé fréquemment, dans ces baies, de grosses vésicules globuleuses aussi, remplies par un grand nombre de grains assez gros et incolores, qui étaient entourés par le contenu de la vésicule, dans lequel la matière colorante rouge paraissait suspendue ou plutôt dissoute; les grains eux-mêmes semblaient incolores, comme le montre la figure 48.

Dans le *Solanum Berterii*, les globules grisâtres primitifs, plus ou moins volumineux (pl. 4, fig. 50, 51 et 52), produisaient ordinairement une ou plusieurs vacuoles ou vésicules fausses vacuoles dans l'intérieur de leur protoplasma (je me sers ici indifféremment de ces deux termes *vacuoles* et *vésicules fausses vacuoles*, parce que dans ces petits organes il n'est pas toujours aisé de dire s'il y a vésicule ou non ; cependant je suis porté à croire, par l'analogie avec les objets représentés par les figures 16, 17, 18, 19, 20, 21, etc., qu'il y a vésicule). Les cavités occupent une étendue plus ou moins considérable (pl. 4, fig. 53 à 59). Quand il n'y a qu'une couche peu épaisse de protoplasma autour de la vésicule mère, comme figure 55, on voit naître dans ce protoplasma des globules jaunes ou vésicules secondaires (fig. 56) qui sont pourvues elles-mêmes de fines granulations. Quand le protoplasma est répandu inégalement sur deux ou plusieurs portions du pourtour de la vésicule, les vésicules secondaires n'occupent que ces espaces (fig. 56); quand il est réparti à peu près également, les vésicules secondaires peuvent naître sur toute la périphérie interne de la vésicule, comme dans la figure 57, planche 4. D'autres fois, au contraire, il ne se fait pas de vacuoles dans le protoplasma du globule gris ou vésicule mère, ou, s'il s'en fait, elles n'occupent qu'une petite étendue. Dans la vésicule représentée par la figure 59, planche 4, on observait de ces cavités v'' ; à l'intérieur de la vésicule qu'indique la figure 58, il ne s'en était pas développé. Dans ces circonstances, les vésicules secondaires v' ne naissaient plus au pourtour de la vésicule mère ; elles étaient éparses dans son contenu incolore, comme on le voit dans les figures 58 et 59 que je viens de citer. Ces vésicules secondaires v' donnaient elles-mêmes naissance à des globules jaunes relativement gros, qui étaient, selon toute probabilité, des vésicules de troisième génération, mais dont l'opacité empêchait de voir l'intérieur.

Ces diverses sortes de vésicules mères, nées, ainsi que le nucléus, d'un globule protoplasmique grisâtre, prenaient donc aussi les caractères et les dimensions de cellules véritables, dans les fruits des *Solanum Dulcamara* et *Berterii*, de même que les vésicules citées précédemment.

Enfin la troisième vésicule pseudo-nucléaire que j'ai l'intention de décrire se rencontre dans le pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis*. Bien que je ne l'aie pas vue se changer en cellule véritable, elle n'est pas moins intéressante que les précédentes, parce qu'elle offre un mode de multiplication analogue à celui de certaines cellules. Cette vésicule ou ces vésicules (car il paraît y en avoir plusieurs sortes) sont incolores, ainsi que leur contenu. Les unes ont des parois relativement assez épaisses et l'apparence de nucléus (pl. 3, fig. 11) plus ou moins volumineux. Les autres, de dimensions extrêmement variables (pl. 3, fig. 14 et 15), ont des parois très minces. D'autres contiennent des grains d'amidon, comme dans les figures 18 et 19 en *a*, planche 3. Ces dernières s'éloignent des vésicules pseudo-nucléaires, et rentrent dans la catégorie des *Brutbläschen* de M. Nägeli, et que j'appelle *vésicules mixtes*, parce que le mot allemand ne saurait être convenablement traduit en français, et aussi parce qu'elles semblent tenir le milieu entre la vésicule chlorophyllienne, la vésicule amylacée et la cellule proprement dite. Ces dernières vésicules du *Podocarpus* paraissent avoir, comme les autres, la faculté de se multiplier (fig. 19, *b*).

Quand la membrane de la vésicule a une certaine épaisseur, que celle-ci soit réellement un nucléus ou non (je n'y ai pas vu de nucléole), on remarque fréquemment sur cette membrane une partie, quelquefois deux, et probablement il y en a parfois davantage, où elle est très amincie, comme en *b*, fig. 11, pl. 3. Chez d'autres vésicules, cette partie amincie se dilate considérablement (pl. 3, fig. 12 *b* et 13 *b*). La partie *a* de ces figures représente la vésicule mère, et la partie *b* la portion dilatée de cette vésicule. A la figure 12 en *c*, on voit s'élever, sur la partie nouvelle de la vésicule, des petites anses qui sont, par rapport à la partie *b*, ce qu'elle est elle-même par rapport à la vésicule mère *a*. Sur la figure 17, on observe un grand nombre de proéminences semblables, mais plus grandes, occupant une étendue assez considérable de la surface de la vésicule mère. La figure 14 représente une série de vésicules, qui semblent avoir eu pour point de départ la vésicule *a*. La dégradation dans la dimension de chacune des vésicules *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, paraît au moins l'indiquer. La figure 15 représente plusieurs petites vésicules nées dans le liquide même ou séparées des vésicules mères. La figure 16 de la planche 3 en indique une qui avait à sa surface une série décroissante de très petites vésicules à côté les unes des autres. Leur position en série décroissante montre bien qu'elles sont nées là de la vésicule qui les porte, selon toute apparence de la même manière que les ampoules *c* de la figure 12 se développent sur la partie *b* de cette vésicule.

J'ai figuré deux spécimens des vésicules contenant de l'amidon : l'une simple (pl. 3, fig. 18), l'autre (fig. 19) portant deux vésicules *b* plus petites, auxquelles elle a donné naissance.

Ces curieuses vésicules du pédoncule du *Podocarpus sinensis* sont une nouvelle preuve, sous une autre forme, de l'analogie des vésicules proprement dites avec les cellules ordinaires.

V. — DES VÉSICULES CHROMULIFÈRES.

Les matières colorantes ne sont pas toujours réparties de la même manière dans les cellules végétales. Quelquefois même elles n'y existent pas toutes formées ; elles ont besoin de l'influence oxygénante de l'air pour apparaître dans certains végétaux. Tel est, par exemple, l'indigo dans les diverses plantes qui le renferment. La garance est à peu près dans le même cas. Ne formant qu'une solution jaune assez faiblement colorée dans les cellules de la plante vivante, elle acquiert sa belle couleur rouge par l'oxygénation. Quant aux matières pigmentaires des végétaux, elles sont tantôt en dissolution dans le contenu de la cellule (les couleurs rouges, roses, violettes, bleues, sont le plus souvent dans ce cas (1) ; la couleur jaune de la racine de Rhubarbe, celle du *Curcuma*, etc., sont aussi à l'état liquide dans les cellules), tantôt elles imprègnent même la membrane cellulaire (bois de Campêche, bois du Brésil, etc.), tantôt elles sont répandues seulement au pourtour interne de la cellule, mêlées à la couche protoplasmique qui les produit (pl. 5, fig. 1 *A*, et 33 *a*, *b*, *c*) ; ou bien elles y sont contenues dans des sortes de petites masses de formes diverses, qui sont fréquemment revêtues d'une pellicule mince, et constituent alors des vésicules réelles. Ce sont ces petites masses ou grains, surtout les grains de chlorophylle, qui ont été l'objet de recherches et de discussions si nombreuses, ayant pour but de déterminer s'ils sont ou non limités par une membrane.

---

(1) *Note de l'auteur.* — On verra plus loin que la matière colorante bleue est quelquefois à l'état granuleux.

Andréa Comparetti (*Prodromo de fisica vegetabile*, Padova, 1791, p. 11) paraît avoir le premier signalé les grains verts; il semble même avoir vu les grains d'amidon (sans toutefois en indiquer la nature) enveloppés par la matière verte.

Sprengel (*Anleitung zur Kenntniss der Gewächse*, Halle, 1802) employa le mot *vésicule* pour la première fois, dans le sens qu'on lui attribue aujourd'hui, pour désigner les grains d'amidon et ceux de chlorophylle, qu'il considérait comme les rudiments des cellules. Il est vrai qu'il ne nomme pas l'amidon, et qu'il ne parle pas de la couleur verte des vésicules; mais il indique assez le premier (page 89) comme existant dans les cellules des cotylédons du Haricot, et les secondes (page 98) dans les végétaux aquatiques inférieurs composés simplement de cellules.

Treviranus (*Vom inwendigen Bau der Gewächse*, etc., Göttingen, 1806) partage l'avis de Sprengel. Il dit aussi que dans les plantes aquatiques, les grains sont pâles ou incolores dans la partie plongée dans l'eau, et qu'ils sont verts dans la partie aérienne. Dans le pétiole de l'*Aucuba japonica*, il a vu la matière verte disposée en amas (probablement autour du nucléus).

Vahlenberg (*De sedibus materiarum immediatis in plantis*, 1806, p. 69-70) a remarqué l'état amorphe (qu'il appelle glutineux) de la matière verte, et l'état granuleux, qu'à l'exemple des anciens chimistes, il appelle *fécule verte* (*fecula viridis*). Cette dernière résulterait d'une modification, d'une sorte de coagulation du suc cellulaire.

Link (*Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pflanzen*, Göttingen, 1807, p. 36) dit que l'on pourrait nommer la matière verte *matière colorante résineuse*, et qu'elle se présente dans les plantes soit comme une masse grasse granuleuse, soit comme des vésicules, ou bien comme un revêtement épais de la paroi cellulaire. Plus tard il pensa (*Elém. de philos. bot.*, § 54) que la chlorophylle se forme toujours sous l'état globuleux, qu'elle abandonnerait ensuite.

Moldenhawer (1812) crut, comme Wahlenberg, que les grains étaient le résultat de la coagulation du suc.

Dutrochet prétendit que les globules verts des végétaux, et en particulier de la Sensitive, étaient des corpuscules nerveux, c'est-à-dire des cellules globuleuses, microscopiques, remplies de substance nerveuse. Il abandonna plus tard cette opinion.

Turpin (*Mém. du Mus. d'hist. nat.*, t. XVI, 1828, — *Ann. de la Soc. d'hort. de Paris*, III) et Raspail (*Nouv. syst. de chimie organique; Nouv. syst. de physiol. végétale*, 1837, p. 227) admirent, comme Sprengel et Treviranus, que les grains de chlorophylle et l'amidon étaient des petites vésicules qui devenaient des cellules en se développant. Voici comment M. Raspail explique l'origine de ces vésicules, à la page indiquée plus haut : « La paroi des cellules serait composée de globules pressés les uns contre les autres et assez petits pour être invisibles. Par suite d'une impulsion fécondante, quelques-uns de ces grains s'accroissent en dedans de la cellule ou vésicule mère, et donnent ainsi naissance soit aux granules verts, soit aux granules féculents, qui, à cause de cela, sont attachés par un hile à la paroi cellulaire. Bientôt ces granules se pressent les uns contre les autres en grandissant; ils remplissent alors d'un vrai tissu cellulaire la capacité du tégument. »

Je n'indique ici cette théorie qu'afin de montrer qu'elle n'a rien de commun avec la transformation des vésicules en cellules, que je signale dans ce travail à l'occasion de diverses sortes de vésicules. Il en est de même de la théorie de Turpin, qui n'avait pas plus de raisons que Sprengel et Treviranus pour émettre une telle opinion.

Meyen (*Phytotomie*, Berlin, 1830, p. 148-151) admit l'existence des vésicules dans le suc cellulaire. Elles sont, dit-il, ordinairement colorées en vert dans le caudex ascendant, et incolores dans le caudex descendant. Les vésicules vertes doivent cette teinte à de la chlorophylle étendue sur leur périphérie interne. Les vésicules incolores de la racine brunissent quelquefois en vieillissant. Meyen crut plus tard s'être trompé en admettant l'existence des vésicules, car il dit à la page 201 du tome Ier du *Neues System der Pflanzenphysiologie*, publié en 1837, qu'il a été induit en erreur par des grossissements trop faibles, et par les vésicules vertes qui, dans les cellules des conferves, sont bien des vésicules, mais qui là représentent des spores.

De Mirbel, en 1831 (*Recherches anatomiques et physiologiques sur le* MARCHANTIA POLYMORPHA, etc., *Mém. de l'Acad.*, t. XIII, p. 344), dit que la matière verte de cette plante est contenue dans des sphérioles ou petites vésicules fixées sur les membranes cellulaires.

Treviranus (*Beitr. z. Pflanzenphysiologie*, p. 78-83, et *Physiol. der Gewächse,* Bonn, 1835, t. II, § 364) dit que les globules proviennent de l'organisation de la matière verte amorphe; que dans les cellules des conferves, on ne voit dans le principe, à chaque articulation, que de la chlorophylle gélatineuse en grande quantité et un très petit nombre de granules. Plus tard, la matière amorphe diminue à mesure que le nombre des granules augmente. Enfin, plus tard encore il ne reste aucune trace du principe gélatineux.

M. H. Mohl (*Ann. sc. nat.*, 1837, t. IX) distingue la chlorophylle amorphe et la chlorophylle granuleuse. Il n'admet pas la nature vésiculaire de celle-ci, et il assure que les grains de chlorophylle bien développés ont toujours pour noyau un ou plusieurs grains d'amidon. Ces grains peuvent être ou fixés à la paroi, ou nager dans le suc de la cellule, ou être réunis autour du nucléus.

M. Th. Hartig, qui a déjà émis trois théories sur la constitution de la cellule, pensait, en 1844 (*Das Leben der Pflanzenzelle*, Berlin), que la jeune cellule serait formée dans le principe par une membrane simple, qui envelopperait le contenu liquide de la cellule. Cette membrane se dédoublerait, et entre ces deux pellicules naîtrait la nouvelle génération de cellules. Celles-ci seraient de trois sortes : les cellules de digestion, les cellules de multiplication et les cellules colorées. M. Hartig nomme ces dernières *cellules de l'*EUCHROME (*Euchromzellen*), et il pense que, de même qu'elles sont contenues entre les deux membranes de la paroi cellulaire, elles renferment elles-mêmes la matière colorante dans une duplicature de la pellicule qui les constitue. Il signale les cellules rouges du *Lonicera grata*, les cellules bleues du *Rubus fruticosa* et les jaunes du *Cucurbita Melopepo.* Il ne paraît pas avoir vu les corps fusiformes rouges des *Lonicera.* J'ai signalé son opinion nouvelle en parlant du nucléus et j'y reviendrai en traitant de l'amidon.

M. Nägeli (*Zeitschrift für wiss. Bot., von Schleiden und C. Nägeli*, 1846) considère les grains de chlorophylle comme des vésicules qu'il compare aux cellules. Il va jusqu'à dire que ces vésicules ont une paroi de cellulose. Aujourd'hui il regarde avec raison la membrane des vésicules comme de nature protoplasmique. En 1847 (*Zeitschrift*, etc.), dans un travail intitulé : *Bläschenförmige Gebilde im Inhalte der Pflanzenzelle*, le même savant range sous le nom de *vésicules colorées* (*Farbbläschen*), les grains de chlorophylle et les autres granules colorés du contenu de la cellule. Il a étudié ces vésicules principalement dans les végétaux inférieurs, et dans les Algues en particulier. Il distingue les vésicules vertes et les rouges, les bleues et les jaunes. Les vésicules vertes et les rouges naissent de deux manières : 1° dans le suc cellulaire, sous la forme de petits grains verts ou rouges, qui s'accroissent et arrivent enfin à montrer la structure vésiculaire ; 2° par division d'une vésicule mère qui s'allonge, se cloisonne transversalement et se partage ensuite en deux vésicules nouvelles. M. Nägeli ne dit que quelques mots des vésicules jaunes et des vésicules bleues, qui ne lui sont, dit-il, pas suffisamment connues.

M. Quekett (*Annals of natural History*, 1846, t. XVIII, p. 195) pense que la chlorophylle naît toujours du nucléus. Cette opinion, développée par M. A. Gris en 1857, fut suscitée par des faits particuliers assez nombreux, il est vrai, mais qui ne peuvent être généralisés.

MM. Gœppert et Cohn (*Bot. Zeit.*, 1849, p. 681), dans un travail intitulé *Ueber die Rotation des Zellenhaltes in Nitella flexilis*, n'ont pu reconnaître la structure des grains de chlorophylle dans la cellule vivante ; mais en la tuant par un agent chimique ou par une blessure mécanique, ils ont vu que les grains de chlorophylle échappés dans l'eau se gonflent, que la matière verte se répartit tout autour du globule, ou quelquefois y forme un petit amas sur un point, tandis que les autres parties du globule sont incolores. Ils ont vu les globules gonflés par l'endosmose se crever et laisser sortir leur contenu. Ces globules s'amincissent peu à peu, se déforment et finissent par disparaître tout à fait. Ces deux savants inclinent à penser que ces faits sont d'un grand poids en faveur de l'opinion de Meyen, soutenue aussi par Nägeli, que chez le *Nitella* les grains de chlorophylle sont des vésicules.

M. Hofmeister (*Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen*, etc., Leipzig, 1851) s'exprime ainsi dans une note, à la page 10 : «.... Je suis porté à croire que la naissance des corpuscules de chlorophylle est celle-ci : Dans les jeunes cellules, la chlorophylle apparaît sans forme, c'est-à-dire que la matière colorante est distribuée en particules inappréciables dans le liquide muqueux du contenu. Pendant le développement ultérieur, les parties colorées se réunissent en gouttes sphériques, qui peuvent se revêtir ultérieurement d'une membrane et se multiplier par division.... Une solution complète de la question ne deviendra possible probablement que par un perfectionnement du microscope. »

M. Unger (*Anat. und Physiol. der Pflanzen*, 1855) admet qu'il existe dans les cellules, outre le nucléus, d'autres corps vésiculaires et des grains de forme et de structure variées. Les plus importants sont la vésicule de la chlorophylle et autres vésicules colorées, les grains d'amidon, les grains de mucus, etc. Tous ces corps n'ont qu'une existence transitoire et ne sont que d'une importance secondaire pour la cellule. La chlorophylle se présente à l'état amorphe, réunie en bandelettes ou en globules. Ces derniers, qui peuvent renfermer ou non de l'amidon, sont souvent revêtus d'une membrane vésiculaire. Les plus grosses vésicules de chlorophylle n'auraient, suivant lui, pas plus de 0,002 à 0,0035 de ligne. Outre la vésicule verte, M. Unger cite les vésicules bleue et rouge qui ne sont que très rares et se présentent chez le *Begonia discolor*, les *Passiflora laciniata, tuberosa*. N'ayant pas encore vérifié ces observations, je ne puis dire si les vésicules contenues dans ces plantes sont rouges ou bleues ; car M. Unger n'est pas précis à cet égard. Il dit seulement plus loin, dans une note, que dans le fruit du *Passiflora laciniata* il existe une grosse vésicule bleue, outre le nucléus et les grains de chlorophylle. Il signale aussi des vésicules jaunes dans le fruit du *Capsicum cerasiforme*. M. Unger admet également l'existence de grains rouges, bleus et jaunes. Les grains jaunes sont fusiformes dans le périgone du *Strelitzia regina* et dans les baies du *Lonicera alpigena*. Je dirai plus loin que dans les *Lonicera* il y a de belles vésicules arrondies que M. Unger n'a pas aperçues et dont naissent ces filets fusiformes.

Le court article de M. Unger et celui de M. Nägeli sont les meilleurs travaux qui aient été faits sur les formations vésiculaires. Toutefois M. Unger n'admet pas la nature vésiculaire de l'amidon granuleux, et M. Nägeli, qui la reconnaissait en 1847, la nie en 1858.

Malgré ces intéressantes observations, M. Hugo Mohl persiste, en 1855, dans son nouveau travail sur la chlorophylle, à nier l'existence des vésicules en général. Pour lui, la cellule est la seule formation vésiculiforme qui soit dans les végétaux. « Mes recherches, dit-il (*Ann. sc. nat.* 1856, 4e sér., t. VI, p. 141), ne m'ont jamais montré dans les grains de chlorophylle, pas plus que dans le nucléus cellulaire, dans les grains de fécule, etc., une membrane de cellulose, comparable à celle des cellules; aussi, dans mes éléments d'anatomie et de physiologie de la cellule, me suis-je prononcé *contre la théorie de la vésicule*, comme étant en contradiction formelle avec les faits. » M. Mohl aurait raison s'il se bornait à dire que la membrane des vésicules n'est pas composée de cellulose, et M. Nägeli a lui-même reconnu son erreur à cet égard; mais il y a loin de là à rejeter complétement l'existence des vésicules. Je citerai de nombreux exemples qui prouvent que les vésicules existent bien réellement, et de plus qu'elles sont liées avec les cellules par une affinité telle qu'il est impossible de donner une définition rigoureuse des unes et des autres, tant elles se confondent dans certains cas assez nombreux déjà. M. Nägeli distinguait soigneusement les vésicules et les cellules, tout en leur reconnaissant des propriétés analogues. Mes observations montrent la fusion de ces deux sortes d'organes, la transition insensible qui existe entre eux, et souvent la transformation des vésicules en cellules, dont j'ai déjà cité quelques exemples.

Les derniers travaux publiés sur les matières colorantes ou sur la chlorophylle sont ceux de M. Arthur Gris et de M. Édouard Morren. Le premier, dans ses *Recherches microscopiques sur la chlorophylle* (*Ann. des sc. nat.*, 1857, t. VII) s'exprime ainsi dans son résumé : « Quant à la structure des grains de chlorophylle, nous croyons que, dans l'immense majorité des cas, ce sont des globules solides albumino-graisseux, résultant de la transformation de la chlorophylle amorphe primitive; tandis que dans les *Phajus* et les *Acanthophippium*, nous serions porté à croire que ce sont de simples vésicules ayant la même composition chimique. » Suivant M. A. Gris, la chlorophylle serait formée par une gelée émanée du nucléus, qui, se répandant dans la cellule, s'étendrait sur les parois de celle-ci et se diviserait ultérieurement en grains, enveloppant ou non un noyau d'amidon.

Nous avons vu, d'une part, que plusieurs observateurs avaient remarqué dans certains cas la disposition de la chlorophylle autour du nucléus; d'autre part, que M. Karl Müller a vu de l'amidon naître dans le nucléus. M. Quekett, partant des observations de Müller, les étendit à la chlorophylle, dont il ne paraît avoir étudié qu'un très petit nombre de cas, à en juger par le résumé qui a été publié et dans lequel la Scolopendre seule est citée. M. A. Gris a observé un plus grand nombre de cas semblables et il les a généralisés, bien à tort. Il est bien vrai qu'il exsude du nucléus divers produits, ainsi que je l'ai dit précédemment; que de la chlorophylle résulte quelquefois aussi de cette exsudation; mais dans la grande majorité des cas, le nucléus est étranger à la formation de la matière verte, comme à celle des autres matières colorantes, puisque ces substances peuvent exister dans les cellules qui n'ont jamais eu de nucléus.

M. Edouard Morren, dans son intéressante dissertation sur les feuilles vertes et colorées, publiée à Gand en 1858, se range à l'opinion de M. A. Gris sur l'origine de la chlorophylle, et à cell de Meyen, de Mohl, etc., qui refusent au grain de chlorophylle une enveloppe membraneuse.

On voit par ce qui précède que sur ce sujet, comme sur toutes les questions un peu délicates, l'opinion des anatomistes est loin d'être arrêtée. Ici, comme cela est souvent arrivé ailleurs, si les opinions sont aussi divergentes, c'est que chacun paraît avoir envisagé la question d'un point de vue différent, en portant son attention principalement sur des cas ou des états de développement particuliers, qui pouvaient présenter bien réellement les phénomènes qu'il décrit. Quand on a une idée arrêtée d'après quelques faits bien observés, mais particuliers, on est porté pour ainsi dire malgré soi, à juger, à éliminer, comme douteux, les faits qui ne sont pas favorables à cette idée. Ce sont assurément de telles circonstances qui ont amené certains anatomistes à croire qu'il n'existe dans les végétaux d'autres organes vésiculiformes que les cellules, de même que quelques savants ont nié qu'il y eût une perforation quelconque dans les plantes : telles que les perforations que l'on trouve manifestement dans beaucoup de cellules, l'ouverture des stomates, le micropyle, l'ouverture de la poche au fond de laquelle sont les stomates du *Nerium oleander*, etc. De tels exemples prouvent combien il faut se tenir en garde contre les opinions systématiques. En écartant toute idée préconçue, on arrive aisément à la conviction que la chlorophylle, par exemple, est souvent contenue dans des vésicules spéciales; mais elle est aussi à d'autres états que je vais signaler brièvement avant de faire l'histoire des vésicules qui la renferment fréquemment.

La chlorophylle me paraît toujours en dissolution, soit dans le protoplasma plus ou moins dense ou même liquide, qui remplit complétement les jeunes cellules, et qui se répartit à leur pourtour quand elles viennent à grandir (pl. 3, fig. 20; pl. 5, fig. 1, A; pl. 6, fig. 63, 64, *a*), soit dans le nucléus (p. 6, fig. 48, *n*), soit dans les petites masses isolées ou confluentes qui naissent de la couche ou utricule protoplasmique, dite utricule primordiale (pl. 6, fig. 29, *a*), ou bien autour du nucléus (pl. 6, fig. 44, *a*, *b*, *c*; fig. 45, *a*, *b*). Ce sont ces petites masses nées à la périphérie de la cellule ou aussi de la substance excrétée par le nucléus, que naissent les vésicules chlorophylliennes. Comme je n'ai point pour but principal de faire l'étude de la chlorophylle en général, mais seulement celle des vésicules, je me bornerai, ainsi que je viens de le dire, à indiquer quelques exemples de chacun des états que je viens de signaler.

Le premier est celui dans lequel les jeunes cellules sont complétement remplies par une matière liquide ou protoplasmique verte. On l'observe dans les cellules épidermiques des très jeunes embryons du *Phaseolus vulgaris*, de l'*Orobus variegatus*, et autres Légumineuses, etc., chez lesquelles la cavité cellulaire est pleine d'un liquide assez peu dense, dont j'ai déjà parlé en décrivant la division des utricules de l'épiderme de l'*Orobus*. Les cellules parenchymateuses de ces très jeunes embryons contiennent aussi un protoplasma vert qui disparaît bientôt à mesure que les cellules grandissent, ordinairement après s'être retiré au pourtour de ces jeunes cellules (*Vicia serratifolia*, *Pisum sativum*, *Cytisus Laburnum*, *Caragana Altagana*, *Astragalus falcatus*, etc., etc.). Dans les fruits très jeunes de plusieurs Solanées, les cellules renferment un protoplasma vert finement granuleux duquel naissent les globules ou même des vésicules de chlorophylle ayant un ou plusieurs grains d'amidon au centre.

Le second cas est celui où des petites masses vertes prennent naissance à la périphérie interne des cellules. Elles sont tantôt isolées et tantôt confluentes. Elles naissent isolées dans les cellules parenchymateuses de l'embryon des Phaséolées que j'ai examinées (*Phaseolus vulgaris*, *Vicia pisiformis*, etc., etc.) et dans les cellules de divers organes chez une multitude d'autres plantes. Dans ces jeunes cellules de l'embryon des Légumineuses citées plus haut, le contenu est d'abord vert, puis pendant l'accroissement de la cellule, il se décolore peu à peu, après s'être répandu autour de la cellule où il conserve quelque temps une légère teinte jaunâtre ; mais dans ce protoplasma périphérique, adhérents à l'utricule protoplasmique qui les sécrète, sont des petits corps d'abord très déprimés qui se renflent progressivement (pl. 6, fig. 29, *a*, *a*), se détachent à la fin de la paroi, et nagent ensuite librement dans la cellule. La figure 29, pl. 6, en *b*, en représente qui ne tiennent plus à la paroi que par une de leurs extrémités, qui sont souvent très atténuées. Nous verrons plus tard ce que deviennent ces corpuscules verts. La figure 1 de la planche 3 nous en montre un qui est né seul dans une vésicule ou jeune utricule *a*, et à côté une cellule un peu plus âgée, *b*, en montre six nés sur deux parties différentes de la cellule en *c*, *c*, et qui sont recouverts du côté de la cavité cellulaire par une pellicule protoplasmique. Je ferai remarquer que ces jeunes cellules n'ont pas de nucléus, que par conséquent ces corpuscules verts ne sont pas issus de cet organe. Je ferai observer aussi que le nucléus n'existant pas davantage dans les cellules épidermiques de l'embryon de l'*Orobus variegatus*, etc., nous y avons vu naître malgré cela des grains verts isolés sur la face interne de la paroi utriculaire. Il arrive aussi assez fréquemment que de tels grains verts se développent isolés ou confluents à la face interne des utricules de beaucoup de feuilles. Quand ils naissent confluents, ils sont précédés par une couche verte à peu près uniforme, qui se renfle ensuite sur certains points. Les renflements grandissent et s'isolent à la fin les uns des autres. En voici un exemple tiré de la feuille du *Lepanthes cochlearifolia*. La cellule *A* de la figure 1, pl. 5, avait deux couches vertes assez épaisses, étendues sur chacun des côtés de la cellule; sur le fond, au contraire, elle présentait des petites éminences vertes nées isolément. Dans la cellule désignée par ***B*** de la même figure 1, l'intérieur était tapissé par une couche verte qui était renflée çà et là, *r*, *r*. Ces renflements sont représentés par les places de couleur plus foncée et plus granuleuses. Avec les progrès de la végétation, ces renflements s'isolent et se changent ainsi en globules verts tels que ceux qui sont contenus dans la cellule *C* de la figure indiquée.

Pendant le cours de ce travail, je n'ai pas été assez heureux pour trouver un exemple qui me présentât de profil une couche verte en voie de division plus avancée ; mais, comme ce phénomène n'est point particulier à la chlorophylle, j'aurai occasion de représenter la couche protoplasmique montrant ce phénomène pendant la production de l'amidon.

Enfin la chlorophylle peut naître autour du nucléus. Les figures 44 et 45 de la planche 6 nous en offrent de beaux exemples. Alors même elle naît souvent encore du protoplasma qui entoure le nucléus ; mais il est vrai de dire que cet organe, par les matières qu'il élabore et excrète, paraît contribuer à sa nutrition.

Dans quelques circonstances, la chlorophylle semble même née de ces matières excrétées par le nucléus. Il en est ainsi dans le *Vanilla planifolia* (pl. 6, fig. 43, 44 et 45) et dans le *Physalis Alkekengi* (pl. 6, fig. 48 et 49). Ayant décrit ce phénomène en traitant de la vésicule nucléaire, il est inutile de m'y arrêter davantage. Ce sont des faits de la nature de ces derniers qui ont induit MM. Quekett et A. Gris à penser que toujours la chlorophylle émane du nucléus, que de là elle se répand dans la cellule, puis à la périphérie interne de celle-ci où, suivant M. A. Gris, elle produirait la couche dont j'ai parlé tout à l'heure, laquelle couche se divise en pelotes vertes isolées. Malheureusement pour la théorie la matière verte existe ainsi distribuée dans des cellules qui n'ont jamais contenu de nucléus.

La chlorophylle, ai-je dit, est en dissolution dans du protoplasma ou dans une matière de cette nature sécrétée par l'utricule protoplasmique ; quand elle semble finement granuleuse, c'est qu'elle enveloppe des grains d'une extrême ténuité, qui apparaissent blancs aussitôt qu'ils ont acquis un certain volume. Quand le mucilage qui la contient, qu'il résulte du protoplasma primitif ou qu'il soit sécrété par l'utricule protoplasmique ou primordiale, qui n'est elle-même que la couche la plus externe du protoplasma ou du contenu de la cellule ; quand ce mucilage, d'origine protoplasmique, dis-je, se dispose en petits amas déprimés ou globuleux, il forme ce qu'on appelle les *grains de chlorophylle*. Ce sont ces grains qui ont été l'objet de discussions si nombreuses, ayant pour but de déterminer s'ils sont ou non revêtus d'une membrane. Je les ai bien souvent étudiés, et j'avoue que dans un grand nombre de cas il m'a été impossible d'y découvrir un tégument ; souvent même on les voit se délayer dans l'eau aussitôt qu'ils sont placés dans ce liquide, sans qu'il apparaisse rien qui indique l'existence d'une pellicule, si mince qu'elle puisse être ; mais dans une multitude d'autres cas, il en existe assurément (*Pleurothallis* *circumplexus*, *Eryngium maritimum*, etc.). J'ose à peine citer le nom de quelques plantes, quand je ne puis indiquer les circonstances précises dans lesquelles on observe la vésicule, parce que chez les plantes mêmes qui la présentent, chez celles que je viens de citer, il faut encore avoir égard à l'âge des organes que l'on examine; car telle feuille qui, à une certaine époque, offre des vésicules notablement épaisses, ne m'en a montré que de douteuses à une autre phase de sa végétation. A cause de cela, je ne citerai donc pas de très nombreux exemples; mais je suis persuadé que quiconque étudiera avec attention se convaincra aisément de l'existence d'une membrane autour de beaucoup de grains de chlorophylle; et s'il fait usage de l'iode et de l'acide sulfurique, il en découvrira quelquefois où il n'en avait pas vu par l'observation directe. Mais cette observation directe suffira souvent à celui qui étudiera des objets très divers, et surtout des fruits de Solanées bacciformes à différents états de développement.

Dans le fruit de l'*Atropa Belladona*, j'ai trouvé de très jolies vésicules qui étaient remplies par la matière colorante à des degrés très variés. Quand la vésicule est tout à fait pleine de matière verte, sa membrane n'est pas toujours reconnue avec certitude; mais quand la chlorophylle est répartie au pourtour interne de cette vésicule, comme la couche de protoplasma autour de la cellule, si on ne l'aperçoit pas dès lors, cette disposition que l'on voit représentée dans la figure 49 de la planche 5, en *a'*, donne déjà beaucoup de probabilité en faveur de son existence. J'ai aussi souvent trouvé cette distribution de la chlorophylle dans les cellules de la feuille du *Pleurothallis circumplexus* (pl. 3, fig. 5, *c*, *c*); mais il n'est pas rare de rencontrer, et dans le fruit de l'*Atropa Belladona* j'en ai trouvé beaucoup, des vésicules dans lesquelles la chlorophylle, n'occupant qu'une partie de la cavité, ne recouvre que partiellement la périphérie interne de la vésicule. J'ai sous les yeux des figures nombreuses obtenues de cette plante, et présentant des dispositions différentes. L'espace ne me permettant pas de les reproduire toutes, je n'en donne qu'une forme (pl. 5, fig. 50), que j'ai observée assez souvent. La matière verte y est retirée sur un seul côté de la vésicule. Dans beaucoup d'autres la matière colorante est rare, et offre autour de la vésicule l'aspect d'une sorte de plasma qui contient çà et là quelques petits granules verts teintés avec plus ou moins d'intensité. C'est un tel exemple qui est reproduit à la planche 5 par la figure 18, d'après une vésicule du fruit du *Solanum ferrugineum*, où cet état vésiculaire est toutefois moins commun, c'est-à-dire moins facile à observer que dans l'*Atropa Belladona*.

Dans certaines cellules des fruits verts du *Solanum Dulcamara*, j'ai trouvé un très grand nombre de ces vésicules. Assez souvent la matière verte occupait le centre de la vésicule, de sorte que toute la membrane était libre; ailleurs la chlorophylle était groupée autour d'un, trois ou quatre petits noyaux amylacés, adhérents à la membrane (pl. 5, fig. 19). Dans les fruits de deux autres Solanées, le *Lycopersicum esculentum* et le *Sarracha stapeliæfolia*, j'ai observé, mais très rarement, de belles vésicules visibles autour de l'amidon, après que la chlorophylle avait disparu. C'est une telle vésicule qui est représentée par la figure 20 de la planche 5 en *v*, entourant le grain d'amidon *a*.

C'est surtout au moment où la matière verte disparaît que ces vésicules se montrent avec la plus grande netteté, ainsi que je l'ai dit plus haut. Sous ce rapport, certains *Phajus*, et surtout les jeunes bulbes du *Phajus grandiflorus*, sont très favorables pour ce genre d'observation. Les vésicules y acquièrent d'assez grandes dimensions. Les figures 12, 13, 14, et 15 de la planche 5 présentent les aspects ordinaires de ces vésicules. Dans la figure 12, le centre est occupé par un petit grain d'amidon entouré d'un peu de chlorophylle. Dans les figures 13, 14 et 15 le grain d'amidon est latéral et entouré aussi d'une petite quantité de matière verte. C'est surtout dans le fruit du *Solanum tuberosum* que ces vésicules chlorophylliennes acquièrent de très grandes dimensions, pendant le développement de l'amidon qu'elles enveloppent. Elles naissent autour du nucléus (pl. 6, fig. 46) et ont une forme à peu près ovoïde, aiguë à l'une des extrémités dans les jeunes principalement. C'est par cette extrémité atténuée que les vésicules adhèrent au nucléus. A cette époque elles sont petites et d'un vert assez intense. Plus tard, quand le grain amylacé s'est accru, la matière verte a pâli (pl. 6, fig. 47, et pl. 5, fig. 2 et 3). On les voit alors nettement en *v*, entourant ce grain *a* singulièrement annelé. Quand celui-ci a acquis sa plus grande dimension, les vésicules que l'on remarque encore souvent à l'entour atteignent jusqu'à 3 centièmes de millimètre (pl. 5, fig. 3, *v*). La figure 106 de la planche 10 montre un groupe de ces beaux grains d'amidon *a*, *a*, autour de chacun desquels on voyait une grande vésicule mère, *v*, *v*.

Par les exemples que je viens de citer, et qu'il serait facile de multiplier beaucoup, l'existence de la vésicule chlorophyllienne devient indubitable.

J'ai encore quelques mots à dire au sujet de cette vésicule, mais ils sont de nature telle que ce n'est pas sans quelque hésitation que je me décide à les prononcer. Cependant les faits dont je veux parler ne sont pas plus extraordinaires que ceux que j'ai déjà décrits, et qui sont, eux, hors de toute contestation. Je veux parler des changements que paraît subir, dans quelques circonstances spéciales, dans le fruit du *Solanum nigrum*, par exemple, la vésicule chlorophyllienne. Je dis *paraît*, parce qu'ici, en effet, il n'y a pas la certitude qui existe pour l'accroissement de diverses vésicules dont j'ai donné la description précédemment. Il n'y a pas la même certitude, parce que l'on peut supposer que les vésicules renfermant des grains de chlorophylle peuvent provenir de globules protoplasmiques particuliers, comme les vésicules pseudo-nucléaires dont il a été question. Cependant je n'ai jamais pu constater une telle origine, malgré les efforts que j'ai faits pour la découvrir. J'ai toujours vu ces vésicules avec l'aspect de grains verts qui, grandissant peu à peu, deviennent des vésicules contenant d'autres grains semblables à leur état primitif, et enfin arrivent à la dimension de véritables cellules.

Cette assertion est rendue très probable, je dirais presque certaine, par ce fait que les vésicules d'abord incolores dans lesquelles on voit naître de la chlorophylle, acquièrent dans ce fruit du *Solanum nigrum* de très grandes dimensions avant que la matière verte apparaisse dans leur intérieur : elles ont déjà 4 à 5 centièmes de millimètre, et plus quelquefois, quand la chlorophylle se montre ; et celle-ci naît sur des places circonscrites dans l'enveloppe de nature protoplasmique qui semble se dédoubler, comme l'indique la figure 30 de la planche 4, en *a*, *a*, *a*.

Voici les faits que l'on observe pendant la maturation de quelques baies, et surtout pendant celle du *Solanum nigrum* que j'ai déjà cité. Ce dernier fruit est si intéressant au point de vue des vésicules, que je le recommande tout particulièrement à l'attention des anatomistes. La vésicule chlorophyllienne y prend des dimensions assez considérables, soit dans l'intérieur des cellules, soit dans le liquide épanché par la résorption des cellules mères. Dans cette circonstance, on trouve tous les intermédiaires entre des vésicules de 2 à 3 millièmes de millimètre et des cellules de 4 centièmes de millimètre, et beaucoup plus. Les figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 de la planche 5 donnent quelques degrés de cette série de vésicules trouvées dans le liquide épanché entre les cellules. La figure 4 ne représente qu'un simple globule vert ; on distingue quelques granulations dans la figure 5 ; la figure 6 fait voir une vésicule contenant déjà de gros grains que l'on pouvait reconnaître pour entourés d'une membrane vésiculaire ; dans les figures 7, 8 et 11, les grains verts sont nombreux ; mais dans les organes représentés par les figures 9 et 10, les grains verts apparaissent très nettement comme des vésicules déjà grandes, renfermant elles-mêmes des granules verts arrondis, très nettement limités. Par cette série de formes et en augmentant encore les degrés de cette série, ce que je n'ai pu faire ici faute d'espace, on demeure presque persuadé que la vésicule chlorophyllienne se change en cellule dans ce fruit du *Solanum nigrum*.

Tels sont les faits principaux que j'avais à mentionner au sujet de la vésicule chlorophyllienne. Je vais maintenant parler des vésicules d'une autre couleur que la verte, qu'il m'a été donné d'observer. La membrane de ces vésicules est souvent aussi très facile à découvrir.

Dans les fruits des *Lonicera etrusca*, *Caprifolium*, etc., du *Lycium vulgare*, des *Capsicum pseudo-capsicum*, *bicolor*, etc., des *Rosa*, des *Arum italicum*, *vulgare*, de l'*Asparagus officinalis*, du *Solanum Dulcamara*, du *Lycopersicum esculentum*, des *Pyrus* *aucuparia*, *americana*, le pédoncule du *Chamædorea Sartorii*, etc. sont de très élégantes vésicules rouges (1).

Quand ces fruits commencent à prendre la couleur rouge, celle-ci est déterminée ordinairement par le changement de teinte de la chlorophylle. Les cellules du pédoncule du *Chamædorea Sartorii* Lieb. (pl. 5, fig. 21 et 22), celles du fruit de l'*Asparagus officinalis* (pl. 5, fig, 25, 26 et 27), et celles des réceptacles des divers ***Rosa***, du ***Rosa** rubiginosa* en particulier, montrent très bien cette métamorphose de la matière colorante. Ainsi dans la cellule du pédoncule du *Chamædorea Sartorii*, représentée par la figure 21 de la planche 5, on trouve toutes les transitions du vert au rouge dans les divers grains chromulifères qu'elle renferme. Il en est de même dans une cellule du fruit de l'*Asparagus officinalis*, représentée par la figure 26. J'ai observé les mêmes changements de couleur dans le ***Rosa** rubiginosa*, dans le *Lonicera etrusca*, etc. Mais plus tard, les vésicules naissent rouges ou orangées au pourtour des jeunes cellules, et quelquefois à la périphérie de vieilles cellules qui contiennent encore des grains d'amidon, ou dont l'amidon a déjà disparu. Le premier cas (celui dans lequel les vésicules colorées naissent dans de jeunes cellules) est représenté dans la planche 4 aux figures 39, 40, 41, 42 et 43, d'après le fruit du *Solanum Dulcamara*. Dans la figure 39, pl. 4, la jeune cellule entourée d'une couche de protoplasma a produit, dans l'intérieur de cette couche, quatre petites masses d'un rouge ferrugineux, qui seront autant de vésicules colorées. Dans la figure 40, l'épaisse couche protoplasmique n'existe pas, les trois grains de chromule rouge semblent naître de la membrane vésiculaire même sur laquelle ils sont insérés. Dans la figure 41 les grains ou vésicules rouges naissent sous une pellicule protoplasmique qui simule un dédoublement de la membrane de la jeune cellule, laquelle, du reste, a une origine protoplasmique, et peut parfaitement sécréter tout ce que l'on voit naître dans le protoplasma ou l'utricule protoplasmique qui tapisse les cellules déjà munies d'une enveloppe de cellulose. Le même phénomène est offert par la figure 43 en *b* et *c*, planche 4, mais ici la pellicule interne est plus distincte encore. Sur les parties *a* et *d* de la même cellule, la pellicule interne n'était pas visible. En *d* plusieurs grains ou jeunes vésicules orangées étaient même libres dans la cellule, et peut-être avaient-elles l'origine que va nous montrer la figure 42 de la même planche 4. Dans cette figure 42, les vésicules chromulifères naissent dans une épaisse colonne protoplasmique qui traverse la cellule, et cette colonne de protoplasma était limitée de toutes parts par une pellicule mince, semblable à celle qui revêtait les parties *b*, *c*, de la figure 43; en sorte qu'il reste douteux si ces productions *b*, *c* ont été engendrées par un peu de protoplasma resté adhérent à la membrane de la jeune cellule ou de la vésicule par laquelle elle a commencé, ou si c'est cette membrane vésiculaire elle-même qui leur a donné naissance. Au reste, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, la solution de cette question ne me paraît pas avoir d'importance, parce que cette membrane résulte de l'extension du globule protoplasmique par lequel la vésicule a débuté, et qu'elle peut avoir par conséquent toutes les propriétés du protoplasma. Bien que dans l'évolution de ces vésicules, ainsi que dans celle du nucléus, cette membrane protoplasmique puisse être qualifiée de primordiale, j'aimerais mieux lui voir donner un nom qui rappelle son origine et ses propriétés, d'autant plus qu'il est au moins fort douteux, ainsi que nous le verrons plus tard, que ce soit la même qui persiste pendant tout l'accroissement de la cellule. Je ne veux pas discuter ici cette question délicate qui m'entraînerait trop loin de mon sujet.

---

(1) *Note de l'auteur.* — Ces deux *Pyrus aucuparia* et *americana* se distinguent parfaitement des autres espèces de la famille par la présence de ces vésicules.

Les jeunes cellules représentées par les figures 44, 46 et 47 de la planche 4, contenaient de belles vésicules pourvues de nombreux grains de couleur rouge de Mars foncé. J'ai décrit plus haut l'origine de ces cellules.

J'ai déjà dit aussi que les vésicules à chromule rouge du *Lycopersicum esculentum* naissent de la même manière que celles dont je viens de parler. Je ne m'en occuperai donc plus.

Le fruit de l'*Arum italicum* m'a fourni de beaux exemples de matières colorantes rouge et orange nées à la périphérie interne, en apparence, de l'utricule protoplasmique de vieilles cellules qui contenaient encore beaucoup de grains d'amidon. Chez d'autres cellules contiguës aux précédentes, l'amidon avait été résorbé. C'est ce que font voir les figures 33 et 34 de la planche 5. En I, figure 33, on aperçoit une portion de cellule qui contient des grains amylacés, bien que sur la paroi *a* naisse une couche de matière colorante orangée. D'autres cellules présentaient le même phénomène ; mais chez la plupart de celles qui offraient des grains colorés assez avancés l'amidon n'existait plus. Telles étaient, par exemple, les cellules parenchymateuses voisines P, P, P, fig. 33, et la cellule épidermique *h*, dans lesquelles il n'y avait plus de grains amylacés. Sur leurs différents côtés se développait une substance orange, d'abord très finement granuleuse, formant dans le principe une couche nettement limitée comme en *a*, *b*, *c*. Les granules s'accroissent ensuite peu à peu au point d'atteindre quelquefois la dimension des vésicules représentées dans la figure 34, sous un grossissement de 400 diamètres. Ce phénomène se produit même dans les cellules de l'épiderme, qui, comme les autres, peuvent contenir de l'amidon. La matière colorante est quelquefois rouge de Mars foncé dès l'origine, comme l'indique la figure 34 en *a*, *b*, à moins toutefois qu'elle ne se soit colorée sans prendre plus de développement que ne l'indique la figure ; ce qui paraît être rendu vraisemblable par ce que montre la cellule H, dans laquelle les vésicules sont plus jaunes, quoique déjà grandes, ayant apparemment végété avec beaucoup plus de vigueur.

Par l'examen des vésicules du *Lycopersicum esculentum* (pl. 3, fig. 3 et 4, *c*, *c*), du *Solanum Dulcamara* (pl. 4, fig. 44, 46 et 47), du *Chamædorea Sartorii* (pl. 5, fig. 22), de l'*Asparagus officinalis* (pl. 5, fig. 27), de l'*Arum italicum* (pl. 5, fig. 34, *d*), on voit que la membrane de la vésicule est incolore comme celle de la vésicule chlorophyllienne. Cette membrane est fort délicate ; il faut même quelquefois beaucoup d'attention pour l'apercevoir, et un excellent microscope est toujours nécessaire. Celui dont je me sers est un microscope d'Oberhauser (grand modèle). De plus, ces vésicules ne sont pas persistantes, elles se résorbent et mettent ainsi en liberté les granules colorés auxquels elles ont donné naissance. La figure 23, pl. 5, en est un exemple tiré du pédoncule du *Chamædorea Sartorii*.

Toutes les vésicules colorées n'ont pas l'aspect de celles que je viens de décrire; on observe d'autres modifications dans les vésicules du *Capsicum pseudocapsicum* (pl. 5, fig. 30), du *Lycium vulgare* (fig. 38), des *Lonicera etrusca* (fig. 39), *Caprifolium*, etc., dans lesquelles le protoplasma coloré n'est point à l'état granuleux, mais où il est réparti autour de la cavité vésiculaire, en une couche tantôt d'égale épaisseur sur toute la périphérie, tantôt amincie et même très souvent nulle sur une partie ou sur deux parties opposées de la membrane incolore. Les vésicules *a*, *a* des figures 38 et 39, planche 5, montrent l'égale distribution de la substance colorée autour de la vésicule. J'ai trouvé quelquefois dans le *Lonicera Caprifolium* des cellules dont toutes les vésicules chromulifères offraient cette disposition. Chez les vésicules *b* de la figure 39 et chez plusieurs de la figure 30 et de la figure 38, en *b* également, la chromule est inégalement distribuée; elle est unilatérale. Elle est disposée sur deux côtés opposés dans les vésicules *c*, *c* des mêmes figures 30 et 38 de la planche 5.

Cette couche colorée est si nettement limitée à l'intérieur, et elle finit quelquefois si brusquement, comme en *b'*, fig. 38 pl. 5, qu'il semble y avoir une pellicule comme à l'extérieur, et qu'elles rappellent aussi le dédoublement de la membrane, dans lequel, suivant M. Hartig, la triple génération des cellules nouvelles, de digestion, de multiplication et de l'euchrome, serait née, suivant sa théorie de 1844; mais en examinant beaucoup de vésicules et à diverses époques de l'année, on est porté à croire qu'il arrive ici ce que nous avons observé dans beaucoup de cellules, c'est-à-dire que la vésicule est d'abord pleine de protoplasma coloré, que lorsqu'elle grandit, ce protoplasma reste adhérent à la membrane et la revêt en totalité ou en partie enfin que ce protoplasma produit à l'intérieur une membrane semblable à celle de l'extérieur, ainsi que nous l'avons vu dans certaines cellules (1). Ce qui paraît prouver cette manière de voir, dans cette circonstance, c'est que quand la végétation est lente, à l'arrière-saison, par exemple, cette pellicule n'existe pas dans les vésicules du fruit du *Lycium vulgare;* car à cette époque la matière colorante est répandue dans toute la cavité vésiculaire, bien que toutefois elle soit encore en plus grande quantité à la périphérie. Il y a d'autres preuves encore. Dans les vésicules de la baie du *Capsicum bicolor*, les vésicules contiennent un, deux ou trois grains d'amidon; alors le protoplasma coloré remplit tout l'espace libre autour et entre les grains d'amidon (pl. 5, fig. 31 et 32), comme cela s'observe dans les vésicules chlorophylliennes; tandis que dans le *Capsicum pseudo-capsicum* dont les vésicules ne renferment pas de matière amylacée, le protoplasma coloré est distribué comme le montre la figure 30, pl. 5.

Quand ces vésicules sont arrivées à leur complet développement, et que la matière colorée est inégalement répartie au pourtour de la vésicule (pl. 5, fig. 30, *b*; fig. 38, *b*, *b'*; fig. 39, *b*), la membrane se rompt au point resté mince et incolore; elle se dresse peu à peu (pl. 5, fig. 30, *d*; 38, *d* ; 39, *d*), et l'on a alors des corps fusiformes plus ou moins grêles, qui présentent quelquefois des granules rouges dans leur intérieur, en sorte qu'ils constituent eux-mêmes des vésicules fusiformes. Cette structure vésiculaire se voit surtout parfaitement dans les cellules du fruit du *Capsicum pseudo-capsicum*. Dans les vésicules *g*, *g*, fig. 30, pl. 5, le protoplasma coloré, même avant l'ouverture de la vésicule arrondie, était déjà adhérent aux deux pellicules écartées, laissant un espace vide et incolore entre elles. Quand la vésicule arrondie ou mère est restée mince sur deux points opposés, il se fait dans ce cas deux vésicules fusiformes, qui peuvent rester fixées l'une à l'autre par une de leurs extrémités (pl. 5, fig. 30, *f*, 38, *f*) après la rupture d'une des parties amincies.

---

(1) *Note de l'auteur.* — Cependant, ainsi qu'on a pu le voir plus haut, j'admets dans beaucoup de cas que c'est l'utricule protoplasmique ou primordiale, que c'est l'utricule résultant de l'agrandissement d'une vésicule nucléaire ou d'une autre vésicule, qui sécrète les matières colorantes ou amylacées, par exemple, etc., que l'on trouve insérées sur la face interne de la cellule.

Toutes les vésicules fusiformes, ou, si l'on aime mieux, tous les corpuscules fusiformes, car il se pourrait que, de même que chez les grains de chlorophylle, tous ne fussent pas revêtus d'une membrane, n'ont pas cette origine. Il en est qui présentent cet aspect fusiforme, parce qu'ils s'arrêtent en quelque sorte dans leur accroissement; ils conservent la forme de grain d'orge ou de grain d'avoine qu'ils reçoivent en naissant sur la face interne de la membrane cellulaire. Cela paraît avoir lieu dans les cellules mêmes que j'ai figurées (pl. 5, fig. 38 et 39 en *k*). Il se pourrait qu'il en fût ainsi dans les cellules du fruit des *Pyrus aucuparia* et *americana* (pl. 5, fig. 36 et 37), chez lesquels je n'ai jamais observé que ces corps fusiformes, dont au reste je n'ai pas eu l'occasion de suivre le développement, n'ayant point possédé de fruits assez jeunes. Dans le *Pyrus americana* (fig. 37), ils sont gros et courts; dans le *Pyrus aucuparia* (fig. 36), ils sont beaucoup plus longs et plus grêles. On remarque ordinairement de très petites granulations dans ceux de la dernière espèce.

J'ai aussi observé dans quelques cellules de l'*Asparagus officinalis* (pl. 5, fig. 29) de ces corps fusiformes, dont plusieurs étaient assez volumineux pour paraître vésiculaires. Je n'en ai pas suffisamment étudié l'origine; cependant je suis porté à croire qu'ils résultent de l'allongement et du grossissement de grains ou petites vésicules primitivement globuleuses, auxquelles on les trouve souvent mêlés. La figure 28 de la planche 5 indiquerait quelques degrés de ces variations. En *a* seraient les petits grains primitifs, nés probablement dans des vésicules semblables à celles de la figure 27 ; en *b*, fig. 28, seraient de très petites vésicules provenant de l'agrandissement des grains *a*; *d*, au contraire, représenterait aussi des grains *a* très grossis, mais atténués en pointe par une extrémité, quelquefois par les deux, et renfermant quelques granulations. Je le répète, ces diverses formes étaient mêlées ; toutefois je ne saurais affirmer que les corpuscules fusiformes de la figure 29 aient la même origine. Leur uniformité semble indiquer un autre mode de développement que je n'aurais pas aperçu.

Dans le fruit du *Physalis Alkekengi*, on remarque aussi des corpuscules fusiformes très allongés et de couleur orange. Ils ont une origine différente de celle des corpuscules que j'ai signalés précédemment. La matière colorante forme des grains qui ont pour noyau un, deux, trois ou quatre granules d'amidon (pl. 5, fig. 45, *a*), et autour desquels grains colorés je n'ai pu découvrir de membrane enveloppante ou vésiculaire. Dans tous les cas, s'il en existe une, elle disparaîtrait à une certaine époque, et la chromule, interposée en quantité plus grande qu'ailleurs dans les espaces laissés libres à la jonction des grains d'amidon, se sépare en particules allongées, ordinairement atténuées aux deux extrémités. Ces petits filets fusiformes ne sont pas nettement limités dans le principe ; leur substance, d'apparence protoplasmique jaune, est d'abord diffuse, mais peu à peu elle paraît se resserrer pour constituer d'élégants fuseaux, qui ressemblent beaucoup à ceux dont il a été question plus haut. Ce sont eux qui sont représentés en *f* dans la figure 45, planche 5.

Le calice persistant qui environne le fruit de ce *Physalis Alkekengi* contient aussi de belles vésicules orangées, qui sont globuleuses, ovoïdes ou elliptiques, ou bien encore un peu atténuées aux deux extrémités, et dont la figure 44 de la planche 5 indique l'apparence.

Mon but dans ce travail étant de signaler les principales formes que présentent les vésicules que j'ai pu observer, leur origine, les caractères de leur végétation, autant qu'il m'est possible, et non de décrire toutes les variétés de teintes que l'on peut observer dans ces petits organes, j'abandonne cette dernière tâche à un œil plus exercé que le mien dans ce genre d'observation. Aussi, quand je parle du rouge, c'est le rouge de Mars, le vermillon et l'orangé foncé que je signale. Il en sera de même du jaune. Par jaune, j'entends l'orangé clair, aussi bien que le jaune-citron et le jaune-serin le plus léger.

Les vésicules jaunes sont aussi très remarquables; mais elles sont généralement petites, et fréquemment même ne constituent que des granules qui s'étendent dans l'eau, et montrent alors leur nature vésiculaire. Cependant il en est d'assez grandes, celles, par exemple, que je viens de signaler dans le calice du *Physalis Alkekengi*. Il y en a dans le fruit du *Solanum Berterii* de dimension assez considérable pour contenir plusieurs grains déjà eux-mêmes assez volumineux (pl. 4, fig. 58 *v'* et 59 *v'*). Les figures 56 et 57 en font voir de plus petites naissant dans la couche de protoplasma périphérique. On trouve aussi des vésicules jaunes de 0,005 de millimètre dans les cellules de la gorge du *Rondeletia speciosa*. Elles sont ordinairement tout à fait pleines, au moins en apparence, d'une substance jaune homogène (pl. 5, fig. 40). Cependant on en voit quelquefois dans lesquelles la matière colorante, plus rare, est répartie en une couche mince qui revêt la face interne de la membrane (pl. 5, fig. 40, *a*). Elles sont encore très belles, quoique n'ayant plus guère que 0,0032 de diamètre, dans la corolle de l'*Helenium autumnale*. On en distingue bien la membrane qui n'enserre que quelques rares granules jaunes (pl. 5, fig. 41). Dans le *Tagetes erecta* (pl. 5, fig. 42), elles sont plus petites encore. Leur dimension va en diminuant dans les plantes suivantes : *Taraxacum dens-leonis*, *Helianthus annuus* (pl. 5, fig. 43), *Siphocampylus manettiæflorus* (pl. 5, fig. 46), etc. Pour bien voir les vésicules des fleurs jaunes des Composées, quand elles ne sont pas trop petites, il faut les examiner dans les cellules du bord de la préparation, où ces cellules ne sont pas superposées; car, lorsqu'il y en a plusieurs les unes sur les autres, on ne distingue qu'une masse jaune granuleuse. En laissant les vésicules se dilater dans l'eau pendant quelques instants, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, on apercevra fréquemment la fine membrane qui les limite, et qui enferme alors quelques corpuscules jaunes.

La vésicule rose dont j'ai parlé déjà dans un chapitre précédent est particulièrement intéressante, en ce qu'elle nous fournit un bel exemple de la transition des vésicules aux cellules, et en ce qu'elle est assez peu commune; car les matières colorantes roses, violettes et bleues, sont ordinairement à l'état de liquides qui remplissent complétement les cellules qui les contiennent. Cependant on trouve quelquefois la couleur rose dans des vésicules mêlées aux grains de chlorophylle ou autres vésicules. Ainsi, dans la feuille du *Lepanthes cochlearifolia*, à côté de cellules pleines d'un liquide rose, sont d'autres cellules remplies de grains verts, parmi lesquels il y a souvent, dans chaque utricule, une, parfois deux vésicules roses, de même dimension que ces grains verts (pl. 4, fig. 27). Par les progrès de la végétation, la couleur rose disparaît insensiblement. Pendant qu'elle s'affaiblit, un groupe de cristaux, qui rayonnent d'un centre commun, se forme au milieu de la vésicule (pl. 4, fig. 28). Puis, quand ils sont bien développés, la vésicule elle-même est résorbée, et les cristaux sont libres dans la cellule (pl. 4, fig. 29). Mais les vésicules roses les plus remarquables m'ont été offertes par le fruit du *Solanum nigrum*. L'étude de ce fruit est si importante au point de vue des vésicules, qu'elle mériterait de faire l'objet d'un travail spécial ; car il n'en renferme pas moins de six sortes, sans compter l'amidon. Il contient en effet : 1° la vésicule nucléaire, 2° la vésicule fausse vacuole, 3° la vésicule chlorophyllienne, 4° la vésicule pseudo-nucléaire si singulière, figurée à la planche 4, figures 1 à 12, etc., 5° la vésicule rose, 6° les granules bleus dont je vais parler bientôt, 7° la vésicule amylacée. C'est pourquoi les différents âges de ces divers organes communiquent au liquide de la pulpe de ce fruit l'aspect le plus curieux, et en même temps du plus haut intérêt.

La vésicule rose y est souvent contenue dans la vésicule pseudo-nucléaire composée (pl. 4, fig. 13, 15), qui peut se changer en cellule comme celle de la figure 22, planche 4. Dans l'intérieur de cette vésicule pseudo-nucléaire (pl. 4, fig. 15, 21), ou dans d'autres, comme celle de la figure 24, j'ai trouvé quelquefois plusieurs vésicules roses, qui n'avaient pas plus de 2 à 3 millièmes de millimètre. Ces vésicules roses peuvent s'étendre tellement, que j'en ai observé qui avaient 15 centièmes de millimètre de diamètre, et qui étaient encore renfermées dans la cellule mère avec un grand nombre d'autres plus petites. La cellule contenait en outre de nombreuses vésicules vertes (pl. 4, fig. 22). Dans une seule cellule, j'ai compté une centaine de vésicules roses et vertes.

Le liquide rose naît dans le fruit du *Solanum nigrum* aux approches de la maturité. Quand celle-ci est arrivée, ce liquide rose disparaît, et est remplacé par de très petits granules bleus (pl. 4, fig. 23). Dans les cellules dont la couleur a été ainsi transformée naissent encore des vésicules roses, ainsi que le fait voir cette figure 23. Il s'y développe également quelques vésicules vertes *v*, *v*, qui, comme les roses, se trouvent mêlées aux granulations bleues. Le nucléus prend aussi une teinte bleue foncée dans les cellules du fruit de ce *Solanum nigrum* (pl. 4, fig. 23, *n*), et la membrane cellulaire elle-même paraît imprégnée de cette couleur bleue.

La substitution de cette matière colorante bleue, finement granuleuse, au liquide rose, n'est point un fait isolé. Je l'ai observée également dans les cellules du fruit du *Solanum guineense*, dans celles du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis*, et dans quelques utricules de la baie de l'*Atropa Belladona*.

Le fruit de cette dernière plante présente un autre phénomène non moins intéressant que le précédent : c'est la transformation de la matière colorante verte en chromule bleue. Les cellules de cette baie, comme celles de la plupart des fruits en général, et celles des autres baies de Solanées en particulier, contiennent beaucoup d'amidon ; mais peu à peu cet amidon, qui est renfermé dans la chlorophylle, est résorbé aux approches de la maturité ; en sorte que, quand la baie de l'*Atropa Belladona* est noire, ou mieux bleu foncé, il n'y a plus d'amidon dans les cellules, ou seulement peu. On ne trouve dans celles-ci que les grains verts, assez gros toutefois, qui renfermaient l'amidon, et qui, en se distendant dans l'eau, montrent leur nature vésiculaire, leur contenu étant raréfié. Ou bien, dans d'autres cellules, il n'y a que des grains bleus, ou mieux des vésicules bleues, dont la couleur provient évidemment d'une modification de la couleur verte, puisqu'il existe parfois encore des vésicules vertes dans les mêmes cellules. La figure 49 de la planche 5 fait voir quelques-unes de ces vésicules vertes *a*, *a'*, non encore modifiées, parmi les vésicules bleues d'une de ces cellules.

Ce fait de la transformation de la chlorophylle en matière bleue, qui n'avait pas encore été observé dans la nature, rendrait intéressant de vérifier, par l'analyse chimique de ces grains verts et de ces grains bleus, si la théorie de Marquart est exacte, c'est-à-dire de reconnaître si la chlorophylle est devenue bleue en perdant de l'eau ; car on se rappelle que ce savant a admis que la matière jaune qu'il appelle *anthoxanthine*, et la bleue qu'il nomme *anthocyane*, ne différeraient qu'en ce que la jaune serait de la chlorophylle qui aurait gagné de l'eau, tandis que la bleue serait de la chlorophylle qui en aurait perdu. D'ailleurs le contenu des vésicules n'a pas changé d'aspect, à part la couleur. La substance bleue y est un peu grumeleuse, comme l'était le protoplasma vert. Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que la membrane des cellules est déjà quelquefois bleue, quand ces cellules ne contiennent encore que des vésicules vertes, ce qui paraît indiquer que le phénomène est plus compliqué que ne l'a cru Marquart. La coloration bleue, commençant dans la membrane cellulaire ordinairement incolore, ne peut être déterminée par une simple soustraction d'eau dans la chlorophylle, qui n'a pas encore subi de modification. Je crois pouvoir faire remarquer cependant que, bien que la matière bleue ne soit certainement pas toujours, au moins, le résultat d'une transformation de la chlorophylle, puisqu'elle existe dans des cellules qui n'ont jamais contenu de cette dernière, il se pourrait qu'il existât, entre certaines matières colorantes bleues et la chlorophylle, des rapports de composition analogues à ceux que signale Marquart ; car si l'on compare la formule de la chlorophylle et celle de l'indigotine, on trouve que la formule de la chlorophylle étant $C^{18}H^{9}AzO^{8}$, celle de l'indigotine est $C^{16}H^{5}AzO^{2}$ (*Cours élémentaire de chimie*, par M. Regnault), c'est-à-dire que la chlorophylle contient les éléments de l'indigotine, plus 4 équivalents d'eau et 2 équivalents d'oxyde de carbone. Ce rapprochement est assurément fort remarquable, et montre que Marquart pourrait bien n'être pas très éloigné de la vérité, en prétendant que la couleur bleue en général diffère de la chlorophylle en ce qu'elle contient moins d'eau. On sait qu'il est arrivé à ce résultat en traitant la chlorophylle par l'acide sulfurique : celle-ci étant devenue bleue, il en a conclu qu'elle avait perdu de l'eau ; tandis que voyant la chlorophylle jaunir sous l'influence de ce dernier liquide, il en a déduit qu'elle avait fixé de l'eau. On peut se demander si le phénomène est réellement aussi simple.

J'arrive enfin, après cette petite digression théorique, à une vésicule bleue dont la végétation est plus remarquable encore que celle des vésicules incolores du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis* dont j'ai parlé déjà, et qui sont représentées à la planche 3, par les figures 11, 12, 13, 17, etc. Cette singulière vésicule est particulière aux cellules de la baie du *Solanum guineense.* Voici dans quelles circonstances elle se développe. D'assez bonne heure, quand il y a encore beaucoup d'amidon entouré de chlorophylle, le suc cellulaire devient rose, puis la teinte se fonce et passe au bleu. Le nucléus est souvent déjà bleu quand le liquide des cellules est encore rose ou même incolore. C'est dans de telles cellules que naissent nos vésicules. Elles apparaissent soit au milieu du liquide rose, soit déjà, et c'est le cas le plus fréquent, quand le liquide de la cellule est encore incolore ; elles y existent donc en même temps que les grains de chlorophylle amylacés. Elles sont ordinairement roses à leur début, et elles conservent cette couleur quelquefois fort tard. Je crois avoir remarqué que cette différence de teinte tient à l'activité de la végétation. Ainsi, dans l'arrière-saison, vers la fin d'octobre, au moment où la plante commence à se flétrir, les vésicules sont encore roses quand elles sont déjà très volumineuses et très complexes. Au contraire, dans le courant de l'été, quand la végétation avait beaucoup d'activité, les vésicules étaient bleues presque dès leur naissance. Dans les premiers fruits que j'examinai, je les trouvai bleu violacé, quelque petites qu'elles fussent. A cette époque j'en ai rencontré qui n'avaient pas plus de 2 à 3 millièmes de millimètre de diamètre, et qui étaient déjà violettes ; tandis que vers la fin d'octobre elles avaient encore une belle teinte rose clair quand elles avaient déjà 2 centièmes de millimètre. Elles commencent donc par une petite vésicule globuleuse ou elliptique (pl. 5, fig. 52, 53 et 54). Celle-ci se renfle bientôt sur un point (fig. 55 et 56), puis sur deux. Elle consiste alors en une vésicule double ou triple. Son accroissement continuant, chacune de ses parties se renfle à son tour (pl. 5, fig. 57 et 58), et produit de nouvelles générations (fig. 59), qui en donnent ainsi successivement plusieurs autres, de manière que la vésicule composée atteint jusqu'à 6 centièmes de millimètre de diamètre (pl. 5, fig. 60). Elle est d'un très beau bleu, si ce n'est dans ses parties végétantes qui paraissent presque incolores. Cette différence de teinte tient peut-être seulement à ce que ces parties, qui se trouvent nécessairement à la circonférence, où elles font des protubérances plus ou moins avancées, n'ont qu'un très petit diamètre. La couleur bleue doit y être nécessairement beaucoup moins foncée que dans les endroits où la vésicule présente une grande épaisseur.

La forme de cette vésicule est très irrégulière et son contenu est homogène. Il n'y a ordinairement qu'une telle vésicule dans chaque cellule, quelquefois deux ou un très petit nombre, mais il n'y en a pas dans toutes les utricules. Au reste, leur existence est indépendante de celle du nucléus, qui existe dans les cellules en même temps qu'elles, et qui peut prendre également, ainsi que je l'ai dit déjà, d'abord une belle teinte rose et ensuite la couleur bleue (pl. 5, fig. 61).

(*La suite prochainement.*)

SUR

L'ACCROISSEMENT ANORMAL DE LA TIGE DANS LES MÉNISPERMÉES,

Par M. le Dr RADLKOFER.

(Traduit du *Flora*, n° du 7 avril 1858, p. 193-206.)

Les tiges des Ménispermées, particulièrement des espèces de *Cocculus* et de *Cissampelos*, présentent une structure qui, sous la plupart des rapports, diffère d'une manière notable de celle qu'on regarde comme normale pour les Dicotylédons.

Si, voulant tracer en peu de mots les traits principaux de cette structure, nous la comparons avec celle des tiges de nos arbres et arbustes, nous constaterons une ressemblance grossière avec celle-ci, en ce sens que la moelle et l'écorce forment une portion proportionnellement très faible de son diamètre, et que sa majeure partie, interposée entre les deux, est constituée, dans les cas les plus réguliers, par des couches semblables entre elles, concentriques, dont l'épaisseur varie généralement de 1 à 5 millimètres. Dans ces couches se montrent fort développés de nombreux rayons médullaires rectilignes, dont chacun traverse une couche dans toute sa largeur, et la divise, sur la section transversale, en fragments ou corps ligneux étroits, dirigés dans le sens des rayons, et faiblement élargis vers la périphérie. Ces corps ligneux et rayons médullaires ne croissent pas autant en largeur qu'en nombre dans chacune des couches externes, eu égard à l'agrandissement du contour de celles-ci. Mais tandis que, dans les tiges ordinaires des Dicotylédons, la couche ligneuse la plus externe est seule séparée de l'écorce voisine par un tissu particulier, le cambium, duquel toutes les couches ont tiré leur origine, dans celles des Ménispermées on trouve un pareil tissu même entre les couches internes; en outre, ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que, devant chacun des fragments ligneux de la couche la plus intérieure, la plus rapprochée de la moelle, ce tissu possède la structure caractéristique du liber, et forme des faisceaux libériens semi-lunaires, faisant saillie par leur côté convexe au delà de la limite circulaire de la couche, en nombre égal à celui de ces mêmes fragments que renferme la zone ligneuse. Au contraire, le liber proprement dit manque dans l'écorce.

M. Decaisne a eu le mérite de faire connaître ces particularités, et de jeter du jour sur cette structure en en suivant la formation dans le *Cocculus laurifolius* (1). Il a reconnu que les jeunes rameaux de cette espèce sont formés complétement d'après le type général des Dicotylédons; qu'on y trouve vingt faisceaux vasculaires ou davantage rangés en cercle autour d'une moelle centrale, pourvus de vaisseaux spiraux dans leur portion la plus interne qui constitue l'étui médullaire, composés dans le reste de cellules ligneuses à parois épaisses, ponctuées, et de vaisseaux ponctués; enfin limités latéralement par les grands rayons médullaires. Devant cette portion ligneuse de chaque faisceau vasculaire se trouve sous le parenchyme cortical la portion libérienne correspondante, composée d'un groupe en forme de croissant, sur sa coupe transversale, de cellules prosenchymateuses de liber, à parois épaisses. A la séparation des portions ligneuse et libérienne s'étend en cercle autour de la tige le cambium chargé de régénérer les faisceaux vasculaires et les rayons médullaires. Au reste, ce n'est que la portion ligneuse des faisceaux qui s'accroît ainsi; c'est uniquement à celle-ci que s'ajoutent successivement et assez uniformément de nouvelles cellules et de nouveaux faisceaux, de telle sorte qu'il ne se forme pas nettement de couches annuelles (2); au contraire, toutes les parties libériennes conservent la forme et le nombre de cellules qu'elles avaient à l'origine, et l'accroissement de la masse ligneuse les éloigne de plus en plus du centre de la tige.

---

(1) J. Decaisne, *Mémoire sur les Lardizabalées* (*Arch. du Muséum.*, 1839, t. I, p. 151, pl. X).

(2) Une observation attentive y fait cependant reconnaître une division en couches annuelles, toutefois très faiblement accusée. Sur une branche de deux

Jusque-là le développement de l'axe n'offre rien d'anormal. Mais, après quelques années d'accroissement régulier, le cambium cesse de se régénérer, les faisceaux vasculaires cessent de croître, et l'on voit apparaître dans le parenchyme cortical, au-devant de leurs groupes de liber, de nouveaux faisceaux vasculaires essentiellement différents des premiers, parce que les vaisseaux spiraux manquent dans leur portion interne, et qu'il n'existe pas de liber à leur côté externe. Ces faisceaux vasculaires s'accroissent et s'allongent comme les premiers, jusqu'à ce qu'enfin ils s'arrêtent dans leur développement, et que d'autres faisceaux de troisième ordre se produisent encore dans l'épaisseur du parenchyme cortical.

Tels sont les résultats des observations de M. Decaisne. Elles nous apprennent la nature du tissu qui sépare les unes des autres les couches concentriques des tiges dont il s'agit ici, et qui n'est que du cambium arrêté dans son développement ; elles nous rendent compte de l'absence du liber dans l'écorce et de sa situation si singulière dans l'intérieur de la tige, tout contre le premier cercle de faisceaux vasculaires, le seul auquel il appartienne. Elles nous montrent que les couches concentriques des Ménispermées ne peuvent être comparées aux couches annuelles de nos espèces ligneuses, ni même aux couches prosenchymateuses concentriques et séparées par du parenchyme, qui existent dans le corps ligneux des Protéacées, des Chénopodées, ainsi que d'autres plantes formées d'une manière analogue, puisque même ces dernières, avec les couches parenchymateuses qui les séparent, sont le produit de l'activité d'un seul et unique cambium toujours générateur. Elles nous apprennent que le développement normal des Ménispermées est un phénomène *sui generis ;* que chacune des zones ligneuses tire son origine d'un cambium de nouvelle formation, et que toujours l'activité du cambium ne dure que quelques années.

---

ans, on voit les cellules ligneuses augmenter graduellement l'épaisseur de leurs parois à partir du centre ; puis au delà d'un cercle qui passe à peu près par le milieu de tous les faisceaux ligneux, on trouve de nouveau des cellules à parois minces.

Mais ces recherches ne nous éclairent pas sur un point essentiel, à savoir, sur la manière d'après laquelle le nouveau cambium se produit dans le parenchyme cortical, en dehors du dernier cercle de faisceaux vasculaires. Nous savons que les cellules corticales de ces végétaux ont leurs trois dimensions à peu près égales, et que leur diamètre vertical est le plus souvent huit fois moindre, pour le moins, que celui des cellules ligneuses et vasculaires ; que la différence est même fréquemment beaucoup plus forte entre les deux. En outre, la production de nouveaux faisceaux ligneux par le parenchyme cortical s'opère à une époque où les entre-nœuds ne s'allongent plus, et où, par conséquent, il n'y a plus d'espace pour que des cellules courtes s'allongent, ni pour que les nouvelles cellules acquièrent la grandeur de leurs cellules mères.

M. Decaisne ne recherche pas comment les cellules cambiales des nouveaux faisceaux ligneux résultent des cellules courtes du parenchyme cortical ; or ces cellules cambiales sont déjà presque aussi longues que les cellules ligneuses ou vasculaires qui en proviennent. Ce silence aurait pu faire naître du doute sur l'exactitude de ses descriptions dans l'esprit de tous ceux que leurs propres observations n'auraient pas éclairés à ce sujet.

M. H. Crüger, à qui cette question s'est présentée lorsqu'il s'occupait de recherches sur l'accroissement anormal des Dicotylédons grimpants, n'a pas donné de réponse basée sur des observations ; seulement, se fondant sur ce principe que des cellules formées directement n'en peuvent produire que de semblables à elles, il admet qu'il a dû y avoir là une formation intercellulaire (1). Mais une pareille formation, la seule à laquelle on puisse recourir ici, bien qu'ayant été admise par les anciens anatomistes, n'existe pas dans le règne végétal, comme le prouve l'accord qui règne à cet égard entre tous les observateurs modernes. Cette circonstance enlève toute valeur à l'opinion de M. Crüger, exprimée comme une simple présomption.

On est plutôt conduit à présumer qu'il s'opère là une fusion de cellules superposées en une seule par suite d'une résorption de leurs cloisons transversales, fait probablement établi comme amenant la formation des vaisseaux aérifères et laticifères, et que M. Schacht admet également comme contribuant à la production des cellules libériennes *allongées* et prosenchymateuses (1). Mais, dans tous ces cas, il ne faut pas oublier que le produit de la fusion de plusieurs cellules est une formation durable, dans laquelle ne doivent plus s'opérer ni rajeunissement, ni multiplication. Cette circonstance rend donc peu admissible l'idée basée sur l'énoncé de M. Schacht (dont, au reste, je n'ai pas à discuter l'exactitude); car nous ne voyons pas que les faisceaux ligneux secondaires qui apparaissent dans l'écorce des *Cocculus* résultent de la formation immédiate de cellules ligneuses prosenchymateuses et de vaisseaux. La production de ces cellules durables est plutôt précédée de la formation d'un cambium, tissu caractérisé particulièrement par sa faculté génératrice, et qui forme ainsi un contraste marqué avec les tissus définitifs; c'est uniquement à ce cambium que les faisceaux ligneux secondaires doivent leur naissance et leur accroissement.

---

(1) *Botanische Zeitung*, 1850, colonnes 182, 183.

On peut encore supposer un autre mode de formation du nouveau cambium : on peut penser que ses cellules proviennent d'une transformation directe de celles de l'écorce, ou des cellules récemment nées dans celles-ci, lesquelles croissent principalement en longueur, tout en appointant en même temps leurs extrémités, et en refoulant sur les côtés les utricules qui se trouvent sur leur passage; ces dernières pourraient même s'oblitérer et être résorbées. Ce mode d'accroissement des cellules n'est certainement pas imaginaire, puisqu'on l'observe dans la formation du prosenchyme, dans le développement des ramifications latérales des laticifères de beaucoup de plantes, et aussi dans la pénétration du tube pollinique à travers le style et le mamelon nucellaire; cependant, en y réfléchissant, on reconnaît qu'aucun des cas que je viens de citer ne peut rendre parfaitement compte du changement des cellules corticales en cambium. Dans la formation du prosenchyme, l'accroissement se circonscrit dans les extrémités des cellules, auxquelles il ne donne qu'un allongement médiocre en proportion de la longueur déjà considérable qu'elles avaient auparavant. Les ramifications des laticifères s'étendent, il est vrai, longuement au milieu d'autres cellules, mais elles n'ont pas à se frayer elles-mêmes une route entre les cellules adjacentes, car cette route est déjà toute tracée par l'écartement spontané de ces cellules et la formation de canaux intercellulaires, et, en s'accroissant, elles n'ont pas à élargir l'espace ainsi formé. Enfin le tube pollinique peut être assimilé à un corps étranger pénétrant dans les tissus, surtout à un Champignon parasite qui vit aux dépens du tissu dans lequel il s'insinue, et dont il amène ainsi la destruction.

---

(1) H. Schacht, *Ueber die Milchsaftgefässe der* Carica Papaya (Sur les laticifères du *Carica Papaya*) (*Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 13 novembre 1856).

Toutefois, en examinant une tige âgée, épaisse d'environ deux pouces, mais malheureusement indéterminée, qui se trouve dans la collection de M. de Martius, et qui, bien que n'appartenant pas à une Ménispermée, présente le même type de structure, j'ai reconnu que le développement du cambium se rapproche surtout de ces derniers phénomènes dans lesquels les cellules croissent longitudinalement, tout en présentant des particularités propres. L'étude de l'organogénie du *Cocculus laurifolius* a confirmé et complété ces premiers résultats.

Comme je me propose de publier les détails de mes observations en les accompagnant des figures nécessaires, et en y joignant les recherches que j'ai faites sur les formations analogues, je me bornerai à décrire ici succinctement les faits que m'a présentés le *Cocculus laurifolius*, et à les rattacher au travail de M. Decaisne.

La mince écorce primaire (enveloppe cellulaire de Mohl) d'une branche de deux ou trois ans, dans l'épaisseur de laquelle commence à se former un cercle de faisceaux vasculaires, est composée de cellules parenchymateuses essentiellement semblables entre elles, susceptibles de développement, à parois assez épaisses, mais non lignifiées. On n'y voit que quelques différences sans importance quant à leur forme, à leur contenu et à leur arrangement.

Les cellules immédiatement sous-jacentes à l'épiderme, disposées en une ou deux assises, sont plus petites que les autres, moins étendues dans le sens tangentiel, et au contraire plus allongées dans la direction verticale.

Au-dessous se trouvent six à huit couches de cellules ellipsoïdes, disposées, selon leur plus grand diamètre, en séries qui s'étendent transversalement, et en arc d'un faisceau libérien proéminent à un autre, en formant un pont au-dessus des extrémités des rayons médullaires. Toutes ces cellules contiennent de la chlorophylle ; les intérieures d'entre elles renferment aussi un peu d'amidon et des cristaux prismatiques. Elles se multiplient principalement dans la direction tangentielle, par suite de la formation de cloisons disposées radialement, ou plus exactement perpendiculaires à leur grand diamètre, lesquelles, par conséquent, sont dirigées exactement comme les rayons de l'arc formé par chaque file de ces cellules.

Ces arcs cellulaires diminuent de longueur, à mesure qu'ils se trouvent placés plus profondément dans les sinus interposés aux faisceaux libériens en saillie. Les deux ou trois plus intérieurs d'entre eux, immédiatement adjacents au parenchyme à parois épaisses, lignifiées et ponctuées, qui constitue l'écorce secondaire sur le prolongement des rayons médullaires, dans l'intervalle des faisceaux libériens, sont différents de ceux qui se trouvent plus en dehors. Au lieu de chlorophylle, leurs cellules ne contiennent que de l'amidon ; de plus, elles achèvent de meilleure heure leur division, selon la direction tangentielle, ce qui leur donne des diamètres à peu près égaux, et une forme presque cubique. La même particularité a lieu également pour les cellules qui, terminant les arcs externes, sont immédiatement adjacentes aux faisceaux libériens, et qui forment la limite entre l'écorce primaire et l'écorce secondaire. De même que celles qui sont situées devant les rayons médullaires, elles se dégagent bientôt de leur union réciproque, de manière à laisser entre elles des espaces intercellulaires remplis d'air.

C'est de ces cellules les plus internes de l'écorce primaire, ou bien d'elles et de leurs voisines immédiates vers l'extérieur, que provient le nouveau cambium. En elles s'opère une division rapide dans le sens radial, due à des cloisons qui diffèrent peu, pour la direction, de celles qui se sont produites peu auparavant dans les cellules placées devant les faisceaux libériens, tandis qu'elles sont à angle droit avec celles des cellules situées devant les rayons médullaires, mais qui, dans les unes et les autres, sont presque parallèles à la périphérie de la tige ou à ses tangentes. Les cellules de nouvelle formation, en se développant, remplissent de nouveau les espaces intercellulaires, et modifient ainsi leur forme d'abord irrégulièrement cubique, de manière à se présenter ensuite, sur la coupe tangentielle, comme des hexagones qui ont non pas deux faces, mais bien deux angles dirigés vers le haut et vers le bas. Souvent leur diamètre vertical surpasse quelque peu tous les autres ; elles sont arrangées en séries radiales.

Les premières de ces nouvelles cellules n'arrivent pas toujours à revêtir cette configuration régulière, ni à prendre cet arrangement ; souvent il se produit d'abord une couple de couches qui servent comme de transition. Lorsqu'il s'est formé régulièrement plusieurs couches, leurs cellules se différencient. Celles des couches externes prennent des parois très épaisses, ponctuées, et se remplissent d'amidon. Elles constituent dès lors une couche de tissu semblable à celui des cercles parenchymateux à parois épaisses, qu'on observe si fréquemment dans l'écorce des végétaux ligneux, et qui lui donnent une consistance pierreuse ou sableuse. Souvent aussi des cellules à chlorophylle placées plus en dehors prennent part à cette modification tantôt par groupes, tantôt isolément.

Les cellules des couches les plus internes subissent une modification analogue. Leurs parois gagnent également en épaisseur, mais très modérément, de telle sorte que leurs ponctuations ne s'approfondissent pas en canaux. Bientôt leur cavité se remplit d'amidon, et dès lors elles ressemblent tout à fait aux cellules des rayons médullaires.

Au contraire, les cellules du milieu, tantôt en une seule couche, tantôt en deux ou davantage, restent formées de parois minces, et conservent leur tendance à continuer leur organisation; elles se distinguent donc essentiellement de celles des couches intérieure et extérieure, parce que toute leur activité, au lieu de se porter sur l'épaississement de leurs parois et la transformation de leur contenu en substances solides, a pour unique effet de former successivement des cloisons tangentielles. Cette couche représente déjà le nouveau cambium qui, à la vérité, sous cette forme, ne peut qu'amener la multiplication des cellules semblables à celles des rayons médullaires, et augmenter aussi la masse du parenchyme à parois épaisses par production vers les deux côtés d'éléments analogues. Quand ces deux formations ont eu lieu pendant quelque temps, et la dernière toujours en proportion beaucoup plus faible, les cellules du cambium s'allongent enfin par places correspondantes à celles qu'occuperont plus tard les faisceaux ligneux secondaires; elles constituent ainsi des cordons longitudinaux, plusieurs fois anastomosés entre eux; ce changement rend leur diamètre longitudinal égal à plus de huit fois la longueur des cellules mères du bois. En même temps que se produisent ces cordons, les cellules du cambium subissent une division plus rapide, de telle sorte qu'il se forme des groupes cellulaires à section transversale demi-circulaire, et faisant saillie par leur côté convexe au-delà du reste de la limite du nouvel anneau du cambium.

Plus les cellules se trouvent près du milieu de ces groupes, plus la figure hexagonale qu'offre leur coupe tangentielle se montre allongée. Les deux angles de l'hexagone qui se dirigent vers le haut et vers le bas deviennent sans cesse de plus en plus aigus, tandis que les autres sont au contraire de plus en plus obtus, et finissent même par s'effacer, la cellule ayant finalement un contour en feuille de myrte elliptique-rhomboïdale étroite. A mesure que ces cellules allongent leur diamètre longitudinal, elles rétrécissent, mais beaucoup plus faiblement, leur diamètre transversal, sans qu'on puisse y observer une division sur leur longueur par des cloisons radiales. Cette modification de forme suppose nécessairement que les cellules s'étendent quelque peu dans l'intervalle les unes des autres; seulement une seule et même cellule ne continue pas de s'étendre ainsi, jusqu'à ce qu'elle ait acquis la longueur requise pour les cellules mères du bois, mais elle transmet ce rôle qu'elle-même ne peut remplir entièrement, à cause de l'obstacle que lui opposent les cellules voisines tendant vers le même but, à ses rejetons successifs, tandis que d'autres cellules dépérissent de plus en plus dans leur descendance, et que la prépondérance d'accroissement des premières, qui sont privilégiées, finit par faire périr entièrement la lignée des dernières.

Ces particularités deviennent claires par l'observation de la coupe longitudinale radiale. Ici les cellules cambiales encore courtes se montrent comme des carrés ou des rectangles allongés. Ainsi que le montre la comparaison avec les sections tangentielles, ces cellules représentent dès lors des aires hexagonales, dont le diamètre transversal est généralement un peu moindre que les autres dimensions. Par l'effet de la multiplication, chacune de ces aires se partage en deux moitiés plus étroites, qui ensuite, à leur tour, tendent à acquérir les proportions qu'avait la cellule mère. Après que les angles latéraux de l'hexagone se sont effacés, la cellule prend la forme d'une pierre à aiguiser, de telle sorte que, sur toutes les sections radiales menées selon la longueur de la tige, elle doit apparaître comme un rectangle plus ou moins allongé. Naturellement la courbure des parois latérales d'une pareille cellule, lorsqu'on examine la surface d'une section radiale, ne peut être reconnue sous le microscope que par une observation très attentive, en élevant et abaissant alternativement l'instrument.

Tant que les cellules forment des aires courtes, hexagonales, elles s'offrent arrangées en files, soit selon la direction du rayon, soit dans celle de l'axe de la tige, à la vérité moins régulièrement dans cette dernière direction. On voit les files radiales irrégulières là où la section passe par un cordon jeune de tissu organisable en faisceau ligneux. Si l'on va du parenchyme à parois épaisses vers le milieu du faisceau, ainsi que dans la direction opposée, à partir du nouveau tissu d'un rayon médullaire qui s'est étendu en couche annulaire sur les faisceaux vasculaires primitifs, on voit que les rectangles d'une série deviennent de plus en plus longs en même temps que leur largeur diminue, tandis que les cellules d'une, deux ou trois séries placées au-dessus ou au-dessous (dans la tige dirigée verticalement), diminuent peu à peu dans la même direction d'une quantité correspondante.

Pour faire comprendre ce fait dans un cas déterminé, désignons trois files radiales de cellules du nouveau tissu de rayons médullaires situées les unes sous les autres dans le sens de la longueur de la tige, par *a*, *b*, *c*; nommons, d'un autre côté, α, β et γ, trois cellules qui, dans ces files, se trouvent comptées du haut vers le bas sur une ligne parallèle à l'axe de la tige, précisément à la limite du tissu d'un rayon médullaire et d'un faisceau ligneux en voie de formation. Ces cellules ont le même diamètre longitudinal et un contour généralement assez uniforme, presque carré. Si nous partons de ces files pour nous diriger vers le milieu du nouveau faisceau, nous pouvons suivre les limites supérieure et inférieure de toutes les trois marchant parallèlement sur une assez grande longueur; mais nous voyons que finalement, au lieu de correspondre à trois cellules superposées, elles ne correspondent plus qu'à une seule cellule, dont la longueur égale celle de α, β, γ réunies. Dans notre cas, entre cette longue cellule et α se trouve une série de quatre cellules qui ont une longueur de plus en plus grande à partir de α, de sorte que celle qui est la plus voisine de α, c'est-à-dire α^1, est déjà égale à une fois et un tiers la longueur de α; que la suivante, ou α^2, égale une fois et deux tiers la longueur de α; que la troisième, ou α^3, est deux fois plus longue que α; que la quatrième, ou α^4, doit être deux et trois cinquièmes de α; enfin que la cinquième, ou α^5, c'est-à-dire celle à laquelle viennent finir les trois files, est trois fois plus longue que α. Ainsi la série *a* s'est entièrement substituée à la série *b*, qui se termine à la seconde cellule à partir de β, c'est-à-dire à β^2 placée sous α^2, et elle absorbe même la série *c* qui vient finir par γ^4 au-dessous de α^4.

Toutes les cellules de la série *a* se montrent comme provenant d'une cellule qui, ressemblant originairement à α, a obéi à sa tendance à s'allonger en arrivant par des détours à la cellule α^5. Cependant ce n'est pas toute la somme des formations sorties de cette cellule, à partir du moment de son élongation indirecte, que représente la série de α jusqu'à α^5, mais seulement la moitié de celle-ci. En effet, ce que nous avons dit sur l'allongement des cellules d'un côté de la ligne moyenne du nouveau cambium, s'applique également aux cellules de l'autre côté. Dans le cas le plus régulier, nous verrons la série *a* se continuer vers le parenchyme cortical, raccourcir ses cellules d'autant plus qu'elles arrivent plus vers l'extérieur, et, à côté de celles-ci, les continuations des séries *b* et *c*, qui avaient été interrompues pour apparaître de nouveau.

A partir du point jusques auquel nous avons suivi la marche des faits, l'élongation des cellules formées successivement s'opère selon une progression beaucoup plus rapide qu'auparavant, et elle est favorisée par un plus fort accroissement des deux extrémités des cellules, maintenant très disposées à s'emboîter les unes entre les autres ; tandis que jusqu'à ce moment elle avait eu lieu presque uniquement par suite du développement inégal de cellules naissant simultanément les unes sur les autres et de mêmes dimensions à l'origine. En même temps, ces cellules diminuent de plus en plus de largeur, jusqu'à n'avoir plus enfin que la moitié de celle qu'elles avaient d'abord, sans qu'il s'y opère une division produite par des cloisons radiales.

Dans la plupart des cas, la marche du phénomène est beaucoup moins régulière que nous ne venons de la dépeindre. Son irrégularité résulte particulièrement de ce que les cellules d'une série, dont les éléments ont déjà commencé leur élongation successive, ne s'arrêtent pas simplement à moitié chemin, mais, arrivés au delà, peuvent décroître, et souvent même très vite, jusqu'à leur disparition complète ; de plus, à ce que, même de très bonne heure, l'allongement peut se faire beaucoup plus rapidement que dans l'exemple donné par nous ; d'où il résulte souvent que la plus grande partie de l'activité a pour effet unique d'amener les cellules à s'insinuer en s'accroissant les unes entre les autres, après qu'une dislocation préalable a détruit leur union réciproque. C'est ce qui paraît avoir lieu notamment du côté de l'écorce, où il est beaucoup plus rare de trouver les degrés successifs indiqués plus haut, qu'on observe en très belle série du côté des rayons médullaires. La raison paraît en être que les cellules du cambium cessent en général de très bonne heure de produire de nouveaux éléments du côté de l'écorce. Il n'est donc pas étonnant que, presque jamais, nous ne réussissions à trouver une file de cellules se continuant directement dans son accroissement, et puis dans son décroissement de longueur, des rayons médullaires jusqu'à l'écorce.

Les cellules qui subissent une élongation pour former un nouveau faisceau n'atteignent pas toutes, par la marche indirecte que nous connaissons maintenant, la longueur que suppose la formation des cellules ordinaires du bois et des vaisseaux. Beaucoup d'entre elles s'arrêtent à des degrés intermédiaires; celles-ci deviennent, en partie, des cellules ligneuses plus courtes que d'ordinaire, ayant les extrémités émoussées, les autres des cellules du parenchyme ligneux. Ces dernières ont leurs parois horizontales, ainsi que les latérales tangentielles plus épaisses que les parois des cellules ligneuses et pour de nombreuses ponctuations simples, tandis que leurs parois latérales, dirigées dans le sens des rayons, sont moins épaisses que celles des mêmes cellules ligneuses. On les trouve particulièrement nombreuses dans les portions les plus internes et les premières formées du nouveau faisceau ligneux, et elles constituent les petits rayons médullaires composés d'une seule file de cellules. De même les cellules ligneuses et les vaisseaux formés tard, qui composent les faisceaux secondaires nés dans l'épaisseur de l'écorce, n'acquièrent pas, pour la plupart, une longueur égale à celle qu'ont les mêmes éléments compris dans les faisceaux primaires.

D'un côté cette particularité, de l'autre l'absence déjà signalée plus haut des vaisseaux spiraux et des cellules libériennes prosenchymateuses, à parois épaisses, ainsi que la direction sinueuse, avec de fréquentes anastomoses, distinguent essentiellement les nouveaux faisceaux de ceux qui s'étaient développés en premier lieu.

Quant au liber, on ne peut en contester entièrement l'existence chez les Ménispermées, bien qu'elles ne possèdent pas de cellules libériennes à parois épaisses; à la place de celles-ci se montrent les cellules parenchymateuses à parois épaisses de l'écorce. Ce n'est cependant pas là le motif pour lequel nous attribuons un liber à ces végétaux; c'est parce que la moitié externe de leurs faisceaux de cambium se change de très bonne heure en éléments qu'on ne peut pas considérer autrement que comme un liber à parois minces, puisqu'ils forment des séries de deux jusqu'à cinq cellules, dont la supérieure et l'inférieure sont pointues, de manière que la série entière correspond pour la longueur à une cellule prosenchymateuse à parois minces, et diffère uniquement par ses cloisons transversales d'une jeune cellule ligneuse provenue du même cambium. Dans le fait, ces éléments semblent résulter de la division transversale de cellules de cambium allongées, et cette idée reçoit un puissant appui de cette circonstance que, dans tous les faisceaux de cambium des faisceaux vasculaires qui ne s'accroissent plus, même dans les premiers de la tige, on n'observe presque uniquement que des cellules libériennes divisées transversalement, et à parois minces, ce qui autorise à conclure qu'elles proviennent d'une transformation des cellules cambiales qui ne servent plus à la formation du bois.

Tandis que les faisceaux primitifs de la tige restent séparés sur toute leur longueur par les grands rayons médullaires, et ne s'envoient que d'espace à autre de rares fibres d'union, les faisceaux vasculaires secondaires présentent des jonctions latérales nombreuses et considérables ; de là vient que ces derniers ont un trajet sinueux, et comprennent dans leurs mailles les rayons médullaires plusieurs fois interrompus. Mais je n'ai jamais vu d'anastomose entre les faisceaux secondaires et les primaires, ni entre les différentes couches concentriques, secondaires ; dès lors la concordance que j'ai reconnue sous ce rapport entre toutes les Ménispermées que j'ai pu observer me fait regarder comme inexacte l'assertion de M. Schacht, qui dit (1) que, dans le *Cocculus palmatus*, les faisceaux de la seconde couche se forment par ramification des faisceaux primaires.

Ce que nous avons vu avoir lieu pour le deuxième cercle de nouveaux faisceaux vasculaires se reproduit pour chacun des cercles suivants. Comme la première fois, un nouvel anneau de cambium naît de l'écorce primaire, devant les faisceaux libériens des premiers faisceaux vasculaires ; de même, à chaque formation suivante, devant la couche de parenchyme à parois minces, qui est le produit déposé vers l'extérieur par l'anneau cambial, dont l'activité s'arrête alors, se forment les éléments libériens, à parois minces, placés dans l'intérieur de cette couche, qui, réunis à elle, représentent la nouvelle écorce secondaire. L'écorce primaire se conserve sur la tige ; l'épiderme seul se détruit, et du liége le remplace. Le nouveau cambium ne se développe pas simultanément sur tous les points de la circonférence de la tige. Il se montre en île, sur quelques points, et se répand de là peu à peu, parallèlement à la périphérie de la tige, à droite et à gauche, un nombre toujours de plus en plus grand de cellules corticales prenant part à sa formation. Ordinairement la place où il commence de se produire correspond à un rameau qui part plus haut sur la tige ou la branche. Jamais les faisceaux vasculaires secondaires ne se rattachent aux feuilles ; ils se prolongent de la tige sur les plus fortes branches, mais sans présenter là non plus des rapports de dépendance avec les faisceaux vasculaires. Eu égard au manque de vaisseaux spiraux dans leur portion interne, ils semblent devenus indépendants, parce que les couches d'épaississement des premiers faisceaux provenues d'un cambium particulier, tirant leur principale importance de leurs rapports avec le squelette de la tige, tandis qu'elles ne sont qu'en relation indirecte avec les organes appendiculaires, et ne se rattachent que par leur cambium aux faisceaux vasculaires primaires des ramifications supérieures, qui nourrissent les feuilles vivantes, ne peuvent amener de nouveaux sucs que par l'intermédiaire des rayons médullaires. On voit de là le manque de fondement de l'opinion qui considère les couches d'épaississement des végétaux ligneux, dont l'accroissement est régulier, comme les parties inférieures des faisceaux vasculaires appartenant aux feuilles supérieures, et qui attribue aux faisceaux vasculaires des Dicotylédons une marche analogue à celle qu'on leur trouve chez les Monocotylédons. Nous voyons aussi là un exemple de plus de l'existence de faisceaux vasculaires fermés même chez des Dicotylédons.

---

(1) *Pflanzenzelle*, p. 284.

Ce n'est pas seulement chez les Ménispermées qu'on observe un pareil accroissement. J'ai déjà parlé plus haut d'une tige qui présente des particularités entièrement semblables, et dont l'étude m'a mis sur la voie pour la détermination de ces circonstances anormales. Cependant elle se distingue par quelques détails d'une importance secondaire : ainsi chacun de ses nouveaux cercles de cambium enferme non-seulement la portion libérienne de la couche précédente, mais encore une portion du parenchyme cortical. Je trouve aussi dans les portions corticales enfermées, qui, colorées en rouge comme l'écorce périphérique, forment sur la coupe transversale de cette tige des lignes concentriques faisant contraste avec le bois jaunâtre, que la portion libérienne est toujours plus fortement développée que dans l'écorce périphérique. Cela oblige à supposer que le cambium enfermé conserve son activité pendant quelque temps, comme M. Crüger (1) l'admet pour le *Doliocarpus*, plante grimpante, dont l'accroissement correspond aussi pour le reste au type des Ménispermées. D'autres Dilléniacées paraissent également leur ressembler sous ce rapport. C'est encore ici que se rattache le *Rhynchosia scandens*, liane de la famille des Légumineuses, d'après la description qu'en donne M. Crüger.

De même, les travaux de Jussieu (2) paraissent prouver que plusieurs Convolvulacées à tige pourvue de zones concentriques rentrent dans la même catégorie, ainsi certainement que le *Gnetum* qui diffère des Ménispermées uniquement en ce qu'un liber manifeste se montre à chaque zone de faisceaux vasculaires, et non pas seulement à la plus intérieure d'entre elles.

Nous rangerions encore ici la tige du *Phytocrene*, qu'Endlicher place parmi les Ménispermées, si la description qu'en a donnée M. Mettenius (3) ne laissait dans le doute quant à la question de savoir si les cercles de faisceaux vasculaires formés tard proviennent d'un parenchyme à courtes cellules, ou bien de longues cellules cambiales qui persistent au côté intérieur des premiers faisceaux libériens, mais qu'une épaisse assise de parenchyme sépare du reste du faisceau vasculaire primaire.

Dans tous les cas, une différence essentielle résulterait de cette circonstance que la formation du nouveau cambium a lieu à l'intérieur du premier liber, et provient dès lors du produit du cambium lui-même et non du produit du parenchyme primitif, comme cela paraît être pour le tissu cortical.

---

(1) *Botan. Zeitung*, 1850 et 1851.

(2) *Monographie des Malpighiacées*, et *Ann. des sc. nat.*, 2ᵉ série, 1844, t. XV, p. 234.

(3) *Beiträge zur Botanik*, 1ᵉʳ cahier, Heidelberg, 1850, p. 50.

La même différence nous empêche de rapporter ici le *Securidaca volubilis* (Polygalée), jusqu'à ce que nous ayons eu occasion d'en faire l'objet d'études comparatives, qui nous permettent d'apprécier la valeur de cette différence.

Nous croyons devoir rappeler que l'opinion émise ici par M. Radlkofer avait été prévue par M. A. Trécul dans deux de ses Mémoires insérés au XIX^e volume des *Annales des sciences naturelles*, 3^e série, et intitulés : le premier, *Reproduction du bois et de l'écorce par le bois décortiqué;* le second, *Production du bois par l'écorce des arbres dicotylédonés.* En effet, dans le premier, il s'exprime ainsi : « Je demanderai, en terminant, s'il ne serait pas possible que les divers centres ligneux que l'on remarque dans les tiges d'un grand nombre de lianes, dont la structure bizarre a tant occupé les anatomistes, eussent une origine analogue à celle des parties fibro-vasculaires que je viens d'étudier ? Je suis porté à croire que leur développement est le même ; c'est pourquoi j'ai cru devoir appeler sur ce point l'attention des botanistes qui pourraient se trouver dans des circonstances favorables pour étudier l'accroissement de ces végétaux. » Dans le second mémoire, il termine par une recommandation semblable, et y décrit ainsi la formation des fibres ligneuses et des vaisseaux, c'est-à-dire d'un corps ligneux parfait, par les cellules corticales : «..... Ce sont les cellules placées à une certaine profondeur (à une certaine distance de la face interne de l'écorce détachée du bois) dans cette couche utriculaire la plus jeune de l'écorce, *qui se sont dilatées, puis divisées par des cloisons*, comme je l'ai dit dans mes mémoires publiés récemment, de manière à former des séries horizontales de cellules ligneuses qui peuvent conserver cette disposition, comme on le voit en *b* dans la figure 2. Alors leurs parois, d'abord lisses, comme en *l'*, sont bientôt marquées de ponctuations, comme celles qui sont représentées en *l* ; ou bien ces jeunes cellules ligneuses deviennent fusiformes en s'allongeant par les deux extrémités en pointes qui s'introduisent entre les cellules des séries placées au-dessus et au-dessous d'elles. J'ai décrit et figuré ce phénomène dans mon Mémoire *sur l'origine et le développement des fibres ligneuses.* — En même temps que les fibres du bois sont produites, des vaisseaux apparaissent au milieu d'elles..... »

RECHERCHES

SUR

LES FORMATIONS CELLULAIRES,

L'ACCROISSEMENT ET L'EXFOLIATION DES EXTRÉMITÉS RADICULAIRES ET FIBRILLAIRES DES PLANTES,

Par MM. GARREAU et BRAUWERS.

Dans une suite de recherches entreprises par l'un de nous, ayant pour but d'arriver à la connaissance des causes qui président à la distribution des matières minérales dans les divers organes des plantes, nous avions eu occasion de remarquer, alors que les graines germent sous l'influence d'une température de 20 à 25 degrés, que le sommet de leurs radicules, et plus tard les extrémités fibrillaires des racines, portaient fréquemment, à une époque peu éloignée de celle ou elles émergent de l'axe, des traces plus ou moins marquées d'exfoliation cellulaire, ou un renflement de forme larmaire et de consistance visqueuse, quoique les unes et les autres fussent placées dans des milieux propres à l'accomplissement régulier de leurs actes physiologiques.

Ces faits nous ayant dès lors paru dépendre de leur développement normal, il devenait intéressant de les examiner avec soin. Le professeur Link (1), dans un écrit trop concis et qui se distingue par la justesse des observations optiques qu'il recèle, avait, dès 1850, rappelé l'attention des botanistes sur l'excoriation et le mode d'accroissement de l'extrémité des fibres radicales de la Jacinthe, ainsi que sur le renflement visqueux que l'on observe à l'extrémité des jeunes racines adventives des Saules; mais, si les figures qu'il donne de ces objets témoignent fidèlement de ce qui se passe quant au siége de l'élongation du tissu, il n'en est pas de même de la partie de son travail qui s'applique aux formations élémentaires de ces organes qu'il fait découler du cambium extra-cellulaire. D'ailleurs, les objets sur lesquels ce botaniste a dirigé ses recherches sont en nombre trop limité, et les conditions d'expérimentation trop peu variées pour faire une étude un peu approfondie de ce sujet. Ajoutons que, dans les sciences, quel que soit l'objet que l'on aborde, il arrive souvent que des faits intéressants échappent, même aux observateurs les plus patients, et l'on concevra que, malgré le mérite du travail des savants que nous venons de nommer, nos recherches se trouvent légitimées par l'espoir d'ajouter quelques faits nouveaux à cette importante question.

---

(1) Outre le travail de Link mentionné ici, les lecteurs que ce sujet intéressera pourront consulter un Mémoire de M Gasparrini (*Ricerche sulla natura dei succiateri e la escrezione delle radici*, etc.), publié à Naples en 1856, et touchant à la question qui fait l'objet des recherches de MM. Garreau et Brauwers. (Réd.)

Pour observer avec plus de facilité et de fruit les faits qui se rattachent aux formations cellulaires et à l'accroissement de la radicule, il était important de suivre son développement en l'absence du contact de tout corps étranger capable d'y adhérer ou d'en altérer la surface. Pour atteindre ce but, des graines choisies d'espèces très diverses, humectées avec l'eau de pluie, ont été placées sur des tamis de crin et recouvertes d'un drap de laine humide. Ces germoirs, placés sur des terrines dont le fond était garni d'eau, mettaient les graines dans une atmosphère constamment humide; de telle sorte que les radicules, dont le développement marchait plus ou moins rapidement, suivant la température qu'il nous était loisible de choisir, formaient sous les mailles des tamis, et au-dessus de la surface de l'eau, des taillis dans lesquels les sujets d'observation, égaux d'âge et de dimensions, permettaient à la fois a multiplicité des recherches et le contrôle des faits observés.

Les graines placées dans ces conditions germaient, à égalité de température, beaucoup plus rapidement que dans la terre la mieux préparée, effet qui paraît devoir être attribué au libre accès de l'air. C'est ainsi que par une température de 25° centigr., la radicule de la graine du Cresson alénois se dégagea de ses enveloppes en huit heures, celle de la Caméline en quinze, et celle de la caryopse du petit Millet en deux jours.

Quand la radicule commence à poindre, elle est ordinairement lisse sur toute sa surface, et ne présente aucun indice d'exfoliation, alors que la germination s'effectue dans les conditions de thermalité ordinaires de l'atmosphère sous le climat de Lille ; mais, à une température de 20 à 25 degrés, l'exfoliation commence de très bonne heure chez les plantes à périsperme ou à cotylédons féculents, et cette tendance plus précoce à s'exfolier coïncide, comme nous le verrons bientôt, avec un mode particulier de dislocation de leurs organes élémentaires.

La radicule du *Triticum sativum*, lorsqu'elle prend naissance dans les conditions ordinaires de température de l'atmosphère, se présente sous la forme d'un cylindre conique à son sommet, et montre au centre de cette dernière région une portion de sphère formée de cellules quadrilatères dont l'ensemble, nuancé d'une teinte ambrée, diffère nettement des cellules plus allongées et complétement incolores qui les recouvrent. Les premières constituent ce que nous appellerons, pour faciliter l'intelligence des faits, le sommet de l'axe radiculaire, et les dernières, celui de la couche corticale.

Prises dans ces conditions et au début de la germination, toutes les cellules de la couche corticale, y comprise celle du sommet, sont lisses et adhérentes entre elles, et les plus extérieures plus allongées que celles qu'elles recouvrent immédiatement.

A mesure que l'organe s'accroît, on remarque que ces cellules épidermales, dont la taille est d'autant plus grande qu'elles siégent plus près de la base de la radicule, recèlent une matière animale que le deutonitrate de mercure teint en rose pâle et l'iodure ioduré de potassium en brun foncé. Cette substance, qui enchaîne des granules d'une grande ténuité, s'accumule à la région moyenne de chacune desdites cellules en un petit amas (fig. 1, A) au-dessus duquel la paroi de la cellule s'arrondit, extérieurement, sous forme d'une hernie légère dans la cavité de laquelle cette même matière parvient à se loger; et, à mesure qu'elle s'y accumule (BB), cet appendice se développe pour acquérir une longueur double ou triple de la largeur de la radicule; de telle sorte que chaque cellule épidermale présente, avec son appendice absorbant, la forme d'une croix dont la hampe serait démesurément longue (B').

Il n'est pas possible de suivre le mécanisme à l'aide duquel cette matière détermine l'allongement d'une portion de la paroi de la cellule en appendice, mais on peut conjecturer qu'agent essentiel de toutes les formations cellulaires, c'est elle qui en sécrète et coordonne les matériaux.

A mesure que la radicule se développe, et ordinairement quand elle atteint une longueur de 1 à 3 centimètres, on remarque que son sommet s'est renflé et a pris une forme larmaire. Cette région, qui est visqueuse au toucher, se dilue facilement lorsqu'on l'immerge dans l'eau, en lui communiquant une consistance analogue à celle du blanc d'œuf et une saveur sucrée très prononcée.

Les extrémités radiculaires de 500 grammes de Blé immergées dans l'eau distillée donnent un soluté qui, chauffé à 78 degrés, laisse coaguler des flocons de matière azotée (caséine, albumine); et si après avoir séparé cette matière on additionne la liqueur d'un excès d'alcool à 95 degrés, il se fait un dépôt pulvérulent dans une masse de grumeaux de consistance pâteuse et de saveur sucrée, formée d'un mélange de dextrine et de sucre. La matière, précipitée à l'état de poudre, saccharifie l'amidon à la manière de la diastase; mais, quel que soit le nombre des dilutions et des précipitations successives qu'on lui fasse subir, elle retient toujours une quantité notable de dextrine que la liqueur de Fehling permet d'évaluer au tiers de son poids. Une portion de la matière visqueuse en dilution dans l'eau et filtrée donne à l'évaporation un résidu transparent, à peine coloré, très altérable, brunissant à 90 degrés, et qui, calciné à blanc, laisse une faible quantité de cendres dans lesquelles l'analyse constate la présence des phosphates de potasse et de chaux. D'après cela, cette substance possède exactement la composition d'une farine saccharifiée par la diastase. Cette matière, qui se trouve, du reste, répandue dans tout le tissu propre à la radicule, doit servir au développement de cet organe, et cette supposition acquiert un certain degré de vraisemblance, puisqu'elle s'accumule en plus forte proportion à son extrémité, siége des formations et de l'accroissement cellulaire. Il est vrai que, soluble dans l'eau, elle doit, sous l'action des pluies abondantes, échapper en partie à cette destination, et qu'alors il faut admettre que l'excès de cet aliment est perdu pour la plante, et se répand dans le sol pour former, comme nous essayerons de le démontrer plus loin, ce que l'on a appelé les excrétions des racines; mais si cette dernière conjecture paraît avoir quelque fondement, il n'est pas douteux que cette matière ne serve au développement des cellules corticales qui doivent s'exfolier, puisque ces dernières nagent et s'accroissent pendant un certain temps dans ce milieu visqueux qui seul les retient unies au reste du tissu.

Si l'on examine avec un grossissement convenable l'extrémité de la radicule du Blé prise dans les conditions que nous venons d'indiquer, on remarque, au moment de l'humectation et sous la pression du verre le plus léger, que la couche la plus externe s'affaisse; les cellules disjointes qui la composent s'écartent les unes des autres, et nagent dans la matière visqueuse, complétement isolées. Ces cellules qui, comme nous l'avons dit, se distinguent nettement par leurs formes et leurs dimensions plus grandes de celles qui constituent le sommet de l'axe de la radicule, se montrent d'autant plus allongées qu'elles sont plus éloignées de la ligne courbe (C, C) qui limite cette région; fait qui laisse entrevoir que c'est aux confins de cette ligne qu'elles doivent nécessairement prendre naissance.

Ces cellules (D, D), transparentes et emplies de granules jaunissant sous l'action de l'iodure de potassium ioduré, sont refoulées en avant et latéralement par des formations nouvelles. A mesure qu'elles s'éloignent du point où elles se sont formées, elles s'accroissent en tous sens, les granules azotés qu'elles contiennent grossissent en devenant plus rares; puis elles s'accroissent en longueur, et restent appliquées sur la partie persistante de l'épiderme (E, E), ou s'exfolient plus ou moins promptement. Ces cellules allongées, prises à l'état adulte (FF), sont dépourvues de gros granules; mais leur matière vivante se montre alors sous forme de nucléus reliés à la membrane interne par des filaments qui sont le siége de courants rapides semés de granules d'une grande ténuité. Plus tard, alors que la cellule s'est accrue, la matière des courants et du nucléus s'isole dans une même cellule en deux ou trois amas de forme ovalaire qui constituent bientôt deux ou trois cellules d'abord accolées bout à bout, mais qui finissent par s'isoler les unes des autres (G, G).

Les radicules du Millet, de l'Orge, du Sarrasin, de la Fève de marais, du Trèfle cultivé, des Lentilles, de la Vesce cultivée, de la Chicorée sauvage, de la Crépide vireuse, de la Rose trémière, prises dans les mêmes conditions, présentent exactement le même mode d'accroissement et d'exfoliation de l'extrémité de leur couche corticale; à cela près, cependant, que la couche exfoliable dans la radicule de la Rose trémière est, relativement, très abondante, riche en matière visqueuse, et que les cellules qui la composent sont plus serrées que dans celles du Froment, quoique lâchement unies, à la manière d'un épiderme, par la matière visqueuse interposée.

Les extrémités radiculaires de la Chicorée sauvage, de la Laitue cultivée, de la Crépide vireuse, du Pavot somnifère, de la Moutarde noire, de la Caméline cultivée, qu'on laisse s'exfolier dans l'eau distillée, donnent des solutés qui, évaporés dans le vide, laissent des résidus à peine colorés, d'un aspect gommeux. Ceux que l'on obtient des radicules de la Chicorée et de la Crépide vireuse exhalent une odeur vireuse, et possèdent une amertume analogue à celle de la thridace. Celui que fournissent les radicules du Pavot est doué de l'odeur et de la saveur de l'opium du commerce, et ceux qui proviennent des radicules de la Moutarde noire et de la Caméline ont une saveur salée, sulfureuse, et exhalent une odeur alliacée insupportable.

Ces matières, qui dans le cours ordinaire de la végétation sont abandonnées au sol, semblent devoir expliquer les antipathies de certaines plantes pour d'autres, puisque l'expérience directe a prouvé qu'elles sont toujours nuisibles, lorsqu'elles sont absorbées en quantité suffisante par les végétaux.

La portion que, pour l'intelligence des faits, nous avons désignée sous le nom d'axe de la radicule, présente dans son étude des difficultés plus grandes, qui tiennent, d'une part à ce que son sommet est masqué par la zone corticale non encore exfoliée qui y adhère, et de l'autre à ce que les cellules qui composent cette dernière région sont en partie gorgées de granules féculents très ténus qui interceptent le passage de la lumière. Mais si l'on enlève la pointe de la radicule dans une étendue d'un quart de millimètre, et qu'on humecte son sommet d'une goutte d'acide phosphorique dilué dans le double de son poids d'eau, les cellules corticales encore adhérentes s'exfolient, et l'extrémité de l'axe de la radicule se trouve dégagée, en même temps que les granules féculents de ses cellules se dissolvent et laissent au tissu une transparence convenable.

Ces cellules qui, par leur réunion, constituent un axe ou cylindre dont l'extrémité libre se termine en hémisphère, se présentent sous la forme de prismes quadrangulaires élargis vers le milieu ; elles décroissent de la base de l'organe vers son sommet pour devenir cubiques ou tabulaires dans cette dernière région où, à l'aide de préparations suffisamment nombreuses, on peut se convaincre que celles de ces cellules qui limitent la portion hémisphérique de l'axe, privées de granules féculents (H, H), sont munies de matières protéiques agglomérées dans chaque cellule en deux ou quatre amas distincts, comme cela se remarque dans les dernières phases de l'évolution des cellules polliniques.

Bientôt chacun de ces amas qui continue la symétrie d'une rangée cellulaire constituera une cellule nouvelle, de telle manière que la multiplication a lieu par formation binaire ou quaternaire au sein des cellules mères, et non, comme le supposait Link, aux dépens d'un cambium extra-utriculaire. Il ne nous a pas été possible de déterminer si ces nouvelles cellules résultent d'un cloisonnement simple de la cellule mère ou d'un cloisonnement double provenant de l'adossement des parois latérales de jeunes cellules formées autour des amas de la matière protéique ; cependant nous inclinons à croire qu'elles naissent d'après ce dernier mode, parce que les couches les plus superficielles de ces cellules sont celles qui, refoulées en avant, constitueront la zone corticale qui, comme nous l'avons dit, s'exfolie en cellules complétement isolées ; ce qui ne pourrait avoir lieu dans la supposition d'un cloisonnement mitoyen.

Les cellules que l'on remarque immédiatement au-dessus de celles qui sont en voie de multiplication (I, I), d'abord carrées et remplies de granules féculents d'une excessive ténuité, s'allongent un peu dans le sens de l'axe, et, pendant que cet accroissement se fait, les granules féculents disparaissent, et la matière protéique vivante, alors visible, se condense dans chaque cellule en deux ou trois amas irréguliers (I'), entre lesquels les cloisons ne tardent pas à paraître. De ces nouvelles cellules, dont le petit diamètre est alors parallèle à l'axe, les unes grandissent sans éprouver de changements, les autres se multiplient par divisions binaires parallèles à l'axe, s'élargissent et grandissent comme les premières, en formant avec elles des séries linéaires semblables à celles que présentent les caryopses du Maïs sur l'axe de leur épi. Un fait digne d'être noté, c'est qu'à mesure que les cellules de l'axe radiculaire se multiplient, on remarque entre les séries parallèles qu'elles constituent des lignes obscures (méats) formées par la présence de l'air ou de tout autre gaz qui pénètre jusqu'à une faible distance du sommet de l'axe. Ce mode de multiplication s'observe dans l'extrémité de l'axe de la radicule du Millet, où il est même plus facile de le suivre que dans celle du Blé. On l'observe également dans les radicules du Sarrasin, de l'Orge, de la Rose, trémière, des Légumineuses ; tout porte à croire que ce genre d'évolution appartient à la généralité des plantes. Assez souvent, quand le milieu dans lequel elles végètent ne possède qu'une température peu élevée, les extrémités des radicules ou des fibrilles ne s'exfolient que tardivement, et alors leurs éléments, au lieu de se détacher isolément, s'exfolient, unis sous forme d'épiderme, dont ils représentent en réalité des lambeaux.

La graine de Moutarde noire, qui germe à une température de 12 degrés, produit des radicules dont les cellules du sommet de l'axe et celles de la couche exfoliable qui les recouvre sont remplies de granules dont l'opacité rend stériles les recherches les plus suivies. Mais si l'on attend que des racines adventives se soient formées, on peut en choisir parmi ces dernières qui ne mesurent qu'un cinquième de millimètre de diamètre, et dont la transparence est parfaite. Une telle fibrille placée sur le porte-objet montre, sans qu'il soit nécessaire de la mutiler, son axe avec ses vaisseaux spiraux et sa couche corticale, qui, au lieu de s'exfolier comme celle du Blé, se détache sous forme de calotte résultant de l'union de plusieurs couches superposées. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces couches caduques (fig. 2, AA), quand la radicule et les cotylédons sont suffisamment abreuvés par l'air humide, cessent de l'être, si cet air saturé d'eau n'a d'accès qu'au sommet de la radicule. On voit alors les cellules les plus externes de la couche corticale (fig. 3, AA) émettre des appendices absorbants, comme celles qui constituent l'épiderme de la base et de la partie moyenne de la radicule ; et les vaisseaux spiraux qui, dans les conditions ordinaires, s'arrêtent à une certaine distance du sommet de l'axe radiculaire, se montrent tout près de l'extrême limite de cette région : ce qui démontre qu'il existe une corrélation intime entre les fonctions des appendices absorbants et celles de ces mêmes vaisseaux, ainsi que le professeur Link l'avait supposé. Cette faculté qu'ont les cellules épidermales d'émettre des appendices absorbants pour suppléer à la disette d'eau ou d'humidité, a une influence non moins remarquable sur la direction de la radicule.

Si l'on humecte les mailles d'un tamis avec de l'eau distillée contenant des traces de chlorure de calcium, afin que la toile ne puisse se sécher complétement à l'air libre, et que l'on saupoudre la face externe de cette toile de graines de Caméline, elles y adhèrent facilement, en raison de la couche mucilagineuse qu'elles forment par leur contact avec l'eau. Si, dans cet état, on tapisse la face interne de la toile d'une couche épaisse de papier Berzelius imprégné d'eau, les graines germent, et leurs radicules, au lieu de se diriger perpendiculairement à l'horizon, rampent à la face externe de la toile et s'y maintiennent accolées, à l'aide de leurs appendices absorbants.

D'après cet exposé, on voit que l'exfoliation de la zone corticale varie suivant les conditions d'humidité et de température sous lesquelles les radicules se trouvent placées ; mais à côté de ces causes, il faut reconnaître qu'elle est aussi subordonnée à une prédisposition individuelle, puisqu'elle ne s'opère pas toujours de la même manière, alors que les sujets sont placés dans des conditions identiques.

Dans les radicules du Blé, de l'Orge, du Millet, des Vesces, du Trèfle, du Pois, de la Lentille, de la Rose trémière, du Sarrasin, etc., elle se fait par la désunion complète des cellules au milieu d'une couche visqueuse.

Dans le Pavot, la Caméline, la Moutarde noire, le Colza, le Pourpier, le Cerfeuil, la Mâche, etc., elle s'opère sous forme de coiffe composée de cellules peu adhérentes et pénétrées de matière visqueuse.

Dans la Phellandrie, l'exfoliation a lieu sous la forme de lambeaux composés de cellules épidermales qui adhèrent fortement au tissu sous-jacent.

Dans la Glycérie, elle s'opère sous forme de coiffe composée de cellules très adhérentes (fig. 4) ; dans les Lemna, la couche corticale exfoliable constitue une gaîne qui adhère, par son fond, à la portion hémisphérique de l'axe de la radicule (fig. 5) ; et ce qu'il y a de remarquable, c'est que cette coiffe existe déjà, alors que la radicule est encore emprisonnée dans la coléorhize. En effet, si l'on examine le *Lemna*, au moment où la radicule commence à poindre, on voit que cet organe apparaît sous la forme d'un petit cylindre d'une couleur plus foncée que le tissu voisin, et qui est reçu dans un sillon existant à la face inférieure de la feuille. Ce cylindre, qui mesure alors un quart de millimètre ou environ, est recouvert d'une membrane en forme d'étui, composée de cellules contiguës à celles qui limitent la face inférieure de la feuille (coléorhize).

Si l'on comprime graduellement le tout sous le verre, on voit cette gaîne se rompre à son sommet (B), et laisser sortir la radicule, déjà enveloppée de la coiffe persistante que l'on remarque à l'extrémité de la racine, lorsqu'on l'examine à l'état adulte.

Cette couche ou coiffe, qui, comme nous l'avons dit, adhère au sommet de l'axe radiculaire, continue à s'accroître longtemps après que la radicule a rompu le sommet de la coléorhize; car elle ne mesure, à la sortie de cet organe, que le tiers de sa taille définitive, bien que les cellules qui la composent aient déjà, à cette époque, presque atteint le terme de leur accroissement.

De ces recherches on peut inférer que :

Dès son apparition, la radicule est formée de deux tissus distincts, l'un et l'autre cellulaires.

Celui qui constitue la couche externe de cet organe, et que l'on doit considérer comme les premiers rudiments d'une couche corticale, est susceptible de s'exfolier plus ou moins promptement, suivant les plantes, la température et l'humidité du milieu dans lequel il végète.

Que cette exfoliation qui s'opère au sommet de l'organe a pour résultats, tantôt la dislocation complète des cellules, qui, dans cet état, continuent à croître pendant un certain temps au milieu d'une matière visqueuse avant d'opérer leur chute, tantôt le décollement de ces éléments sous forme de lambeaux épidermoïdes ou de coiffes, souvent confondues avec la coléorhize.

Que les cellules exfoliées, et les matières qui les accompagnent, recèlent, suivant les espèces d'où elles émanent, des substances qui, abandonnées au sol, paraissent constituer ce que l'on a désigné sous le nom d'excrétions des racines.

Que le tissu qui constitue l'extrémité hémisphérique de la portion centrale de la radicule est le siége des formations cellulaires et de l'accroissement; que ces formations ont lieu d'abord par multiplication binaire ou quaternaire des cellules qui terminent le sommet de l'axe; et que, des cellules nouvellement formées, les couches les plus externes sont refoulées en avant pour constituer la couche corticale exfoliable, tandis que les plus internes s'emplissent de granules féculents et se fractionnent de nouveau, un peu au-dessous du sommet de l'axe radiculaire, pour atteindre ensuite, sans autre changement apparent, le terme de leur accroissement.

Que la formation des appendices absorbants au sommet de la radicule, alors qu'il reçoit seul le contact de l'air humide, tout en confirmant la présence d'une couche corticale rudimentaire dans cette région, témoigne de nouveau de la tendance qu'a l'organisme à chercher le milieu qui convient à sa nutrition.

NOTE

SUR

NEUF ASCOBOLUS NOUVEAUX,

Par MM. CROUAN frères,

Pharmaciens.

ASCOBOLUS ALBIDUS Cr. Sp. nov.

Fig. A. — 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Très petit, à peine visible à l'œil nu, blanc ou blanchâtre, sessile, conique ou subcylindrique, rarement hémisphérique, glabre, subgélatineux; hyménium plan formé par des thèques nombreuses, incurvées ou presque droites, contenant huit spores elliptiques, violettes, lesquelles ont une large membrane hyaline, hémisphérique, très mince sur un de leurs côtés; réceptacle formé par des cellules très petites, irrégulières, s'anastomosant entre elles en forme de réseau.

Croît sur les bouses de vache anciennes. Environs de Brest. Printemps. Rare.

ASCOBOLUS KERVERNI Cr. Sp. nov.

Fig. B. — 7, 8, 9, 10, 11.

Très petit, de 1 à 2 millimètres de diamètre, d'un beau jaune d'or, sessile, hémisphérique, quelquefois subcylindrique; hyménium plan ou convexe, formé par des thèques larges, incurvées, renfermant huit spores elliptiques, d'abord blanches, puis rosées, enfin d'un beau violet, disposées symétriquement dans le sommet de la thèque en une petite masse oblongue renfermée dans une membrane hyaline; paraphyses simples, filiformes, peu épaissies à leur sommet et colorées en jaune; réceptacle formé par un tissu filamenteux, d'une grande ténuité, s'anastomosant en forme de réseau.

Croît en petits groupes sur les bouses de vache anciennes. Brest. Été.

Dédiée à feu M. Le Denmat Kervern (de Morlaix), ancien capitaine d'artillerie et botaniste très éclairé.

Obs. — C'est le seul Ascobole qui nous ait offert cette particularité, à savoir, que les huit spores sont renfermées dans une membrane hyaline particulière d'une grande ténuité, et qu'à leur maturité parfaite elles sortent de la thèque, *réunies dans cette enveloppe protectrice* sous la forme d'un corps oblong.

ASCOBOLUS CREC'HQUERAULTII Cr. Sp. nov.

Fig. C. — 12, 13, 14, 15, 16.

Sessile, de 5 millimètres de diamètre, subhémisphérique, glabre, gélatineux, d'un jaune orangé ; hyménium plan ; thèques larges, plus courtes que les paraphyses, renfermant huit spores sphériques, échinées, incolores ; paraphyses nombreuses, fasciculées, simples ou fourchues, épaissies en massue à leur sommet, et tellement saillantes au-dessus des thèques, que l'hyménium en paraît comme couvert de velours ; réceptacle formé par de grandes cellules rondes ou ovoïdes soudées entre elles.

Croît sur la terre argileuse ou limoneuse au bord des ruisseaux des prairies.

Nous devons cette espèce à notre ami le vicomte de Guernisac, qui l'a découverte aux environs de Morlaix ; nous l'avons retrouvée près de Brest.

Dédiée à M. Eugène de Crec'hquérault, habile botaniste des environs de Morlaix.

ASCOBOLUS CINEREUS Cr. Sp. nov.

Fig. D. — 17, 18, 19, 20.

Petit, de 2 à 4 millimètres de diamètre, gris cendré, sessile, glabre, hémisphérique, quelquefois de forme irrégulière ; hyménium plan, un peu convexe, d'un gris foncé à la maturité; thèques grandes, claviformes, longuement atténuées à leur base, renfermant huit spores subcylindriques, incolores; paraphyses hyalines, simples, filiformes; réceptacle gris verdâtre pâle, formé par un tissu cellulaire filamenteux très serré, anastomosé, et de cellules rondes ou ovoïdes occupant la partie inférieure.

Croît sur les bouses de vache anciennes dans les marais. Brest. Automne. Très rare.

Obs. — Cette espèce se distingue de l'*Ascobolus furfuraceus* Pers. : 1° par l'absence de squames furfuracées à l'extérieur du réceptacle; 2° par sa couleur; 3° par ses spores blanches, tandis que dans l'*A. furfuraceus* elles sont d'un beau violet (aucun auteur, que nous sachions, n'a signalé dans celui-ci cette coloration des spores; on les a toujours décrites comme étant noires); 4° par ses paraphyses et ses thèques qui se séparent avec facilité les unes des autres, tandis que dans l'*A. furfuraceus* elles sont immergées au milieu d'une substance semi-gélatineuse qui les relie et empêche même au compresseur de les isoler; la forme des thèques est aussi différente.

ASCOBOLUS SEXDECIMSPORUS Cr. Sp. nov.

Fig. E. — 21, 22, 23, 24, 25, 26.

De 1 à 2 millimètres de diamètre, d'abord blanc, puis gris blanchâtre, enfin d'un blanc jaune très clair, sessile, hémisphérique; hyménium plan ou légèrement convexe; thèques petites, larges, renfermant seize spores ovoïdes, hyalines; paraphyses nombreuses, incolores, simples ou rameuses à la partie inférieure, droites ou incurvées en forme de crosse à leur sommet, où elles sont peu épaissies; réceptacle non gélatineux formé par des cellules hexagonales très petites.

Croît sur les crottins du cheval et les bouses de vache dans les marais. Brest. Printemps. Rare.

ASCOBOLUS GRANULIFORMIS Cr. Sp. nov.

Fig. F. — 27, 28, 29, 30, 31.

De 1 à 2 millimètres de diamètre, sessile, sphérique, couleur d'ocre jaune pâle, translucide, opaque au centre, glabre ; thèques très petites, larges, renfermant huit spores ovoïdes, hyalines ; paraphyses incolores, épaissies en massue à leur sommet ; réceptacle formé par un tissu filamenteux, anastomosé réticulé, d'une grande ténuité.

Croît, en grand nombre, sur les bouses de vache, qu'il couvre quelquefois entièrement. Brest. Printemps.

ASCOBOLUS PULCHERRIMUS Cr. Sp. nov.

Fig. G. — 32, 33, 34, 35, 36, 37.

De 2 millimètres de diamètre, d'un jaune orangé vif, subcylindrique, quelquefois subhémisphérique, sessile, concave, s'amincissant vers ses bords en une sorte de collerette redressée qui entoure l'hyménium et le dépasse, muni, à l'extérieur, de poils droits, articulés, nombreux, d'un brun pâle ; hyménium plan ; thèques grandes, un peu incurvées à leur base, renfermant huit spores ovoïdes, incolores ; paraphyses épaissies à leur sommet, colorées en jaune par de petits granules distantés qui les font paraître comme articulées ; réceptacle formé par des cellules hexagonales ; on observe à sa base des filaments byssoïdes très fins et rayonnants.

Croît par peuplades sur les bouses de vache anciennes. Brest. Été. Rare.

ASCOBOLUS INSIGNIS Cr. Sp. nov.

Fig. H. — 38, 39, 40, 41, 42, 43.

De 2 à 4 millimètres de diamètre, d'un jaune orangé vif, sessile, subsphérique, un peu urcéolé à l'état jeune, puis hémisphérique ; marge de l'hyménium d'abord peu sentie, ensuite très prononcée, en forme de collerette redressée ou étalée, peu colorée ; hyménium plan ; thèques grandes, cylindriques, renfermant huit spores ovoïdes, d'abord hyalines, puis colorées en vert glauque ; paraphyses rameuses colorées, peu épaissies à leur sommet ; réceptacle presque glabre, pourvu extérieurement vers la marge de deux rangs de poils bruns, roides, articulés; ce réceptacle est formé par des cellules hexagonales, larges, hyalines.

Obs. — Nous avons récolté souvent cette espèce au milieu de l'hiver, et, malgré un abaissement de température de 2 degrés au-dessous de zéro, elle ne paraissait pas souffrir.

Ascobolus miniatus Cr. Sp. nov.

Fig. I. — 44, 45, 46, 47.

De 5 à 10 millimètres de diamètre, d'une couleur minium, sessile, charnu, glabre, d'abord urcéolé, puis hémisphérique; hyménium plane, entouré par une collerette membraneuse, blanche, molle, plus ou moins incisée; thèques larges, droites ou incurvées, renfermant huit spores rondes, ayant chacune une grosse sporidiole au centre, et celle-ci entourée par un cercle de plus petites; paraphyses filamenteuses, simples ou bifurquées, épaissies à leur sommet et beaucoup plus longues que les thèques; réceptacle formé par des cellules arrondies ou ovoïdes, très petites, serrées entre elles, entremêlées à des filaments hyalins, articulés, comme soudés et anastomosés entre eux.

Croît sur la terre parmi les petites mousses. Brest. Automne. Peu commun.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

A. — Ascobolus albidus Cr.

1. Grandeur naturelle.
2. Grossi à la loupe.
3. Thèques et paraphyses grossies 120.
4. Spores sorties des thèques.
5. Spore grossie 340 fois.
6. Tissu cellulaire grossi 340 fois.

B. — Ascobolus Kerverni Cr.

7. Grandeur naturelle.
8. Grossi à la loupe.
9. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
10. Thèques et paraphyses grossies 340 fois.
11. Spores avec leur enveloppe commune grossies 340 fois.

C. — Ascobolus Crec'hqueraultii Cr.

12. Grandeur naturelle.
13. Grossi à la loupe.
14. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
15. Thèques et spores grossies 340 fois.
16. Tissu grossi 120 fois.

D. — Ascobolus cinereus Cr.

17. Grandeur naturelle.
18. Grossi à la loupe.
19. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
20. Thèques et spores grossies 340 fois.

E. — Ascobolus sexdecimsporus Cr.

21. Grandeur naturelle.
22. Grossi à la loupe.
23. Très grossi.
24. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
25. Thèques et paraphyses grossies 340 fois.
26. Tissu cellulaire grossi 340 fois.

F. — Ascobolus granuliformis Cr.

27. Grandeur naturelle.
28. Grossi à la loupe.
29. Très grossi.
30. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
31. Thèques et paraphyses grossies 340 fois.

G. — Ascobolus pulcherrimus Cr.

32. Grandeur naturelle.
33. Grossi à la loupe.
34. Très grossi.

35. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
36. Thèques et spores grossies 340 fois.
37. Tissu cellulaire grossi 120 fois.

H. — Ascobolus insignis Cr.

38. Grandeur naturelle.
39. Grossi à la loupe.
40. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
41. Spore grossie 340 fois.
42. Tissu cellulaire grossi 120 fois.
43. Poil grossi 120 fois.

I. — Ascobolus miniatus Cr.

44. Grandeur naturelle.
45. Grossi à la loupe.
46. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
47. Thèque et spores grossies 340 fois.

DE L'EXISTENCE D'UNE FÉCULE AMORPHE
DANS
UN CHAMPIGNON DU GROUPE DES TUBÉRACÉS,

Par M. Frédéric CURREY.

[*Proceedings of the Royal Soc. of London.*, t. IX, pp. 119-123, 28 janvier 1858 (1).]

La fécule amorphe, celle qui ne revêt pas la forme globuleuse ordinaire aux granules d'amidon, est une chose rare dans les tissus végétaux. M. Schleiden est le seul botaniste, que je sache, qui jusqu'à présent en ait fait mention ; encore l'exactitude de ses observations sur ce sujet a-t-elle été mise en doute par MM. Sanio, Caspary et Schenk. Le célèbre professeur d'Iéna dit avoir vu de la fécule amorphe dans les cellules périspermiques du *Cardamomum minus*, et les utricules du parenchyme des rhizomes tant de la Salsepareille que du *Carex arenaria*; elle y était, semblait-il, à l'état de colle ou d'empois, et y formait de minces couches enveloppant çà et là des grains bien définis d'amidon. (Voy. Schleiden, *Grundz. der wiss. Bot.*, 3e édit., t. I, p. 181.)

M. Sanio, qui a récemment publié le résultat de ses recherches sur l'épiderme du *Gagea lutea*, rapporte qu'une solution d'iode détermine dans les éléments utriculaires de ce tissu un léger précipité bleu et floconneux, mais que la couleur bleue affecte seulement le contenu liquide des cellules, dont l'utricule primordial et le nucléus ne prennent qu'une teinte jaune. (Voy. la *Bot. Zeit.* de Berlin, t. XV [1857], p. 422.)

De son côté, M. le docteur Schenk a signalé la présence de la fécule, à l'état de solution, dans les cellules épidermiques de la tige, des feuilles et de quelques autres parties des *Ornithogalum*

---

(1) Ce mémoire est accompagné de quelques figures (gravées sur bois) que nous regrettons de ne pas reproduire, mais qui ne sont pas indispensables à l'intelligence du texte. (Rédact.)

nutans et *lanceolatum*. Ces cellules contiennent, dit-il, outre leur nucléus, un liquide épais et homogène, que la teinture d'iode colore d'abord en rouge vineux, puis en violet, et finalement en bleu indigo ; en même temps ce liquide perd son apparence homogène, et devient floconneux et finement granuleux. (Voy. la *Bot. Zeit.*, volume déjà cité, p. 498.)

Il ne s'agit, on le voit, dans toutes ces observations, que de végétaux phanérogames. Les Champignons ont passé jusqu'ici pour être entièrement privés de fécule ; du moins pouvait-on regarder comme un fait exceptionnel ce que dit M. Schacht (*Die Pflanzenzelle*, p. 39) d'un Champignon filamenteux, dont le *mycelium* se colorait en bleu pâle dans l'eau iodée. Cet habile observateur n'a pu toutefois s'assurer si cette coloration appartenait à la membrane constitutive des filaments du Champignon ou à leur contenu ; dans le cas où elle aurait affecté la membrane elle-même, on pourrait admettre avec autant de probabilité qu'elle était due, soit à de la cellulose à l'état jeune, soit à de la fécule.

M. Will. Nylander parle, dans les *Annales des sciences naturelles* (4^e^ sér., vol. III, p. 148, en note), d'une coloration bleue qui serait communiquée par l'iode à l'extrémité supérieure des thèques de certaines Sphéries, et il attribue ce phénomène à la présence d'une matière analogue à la lichénine. M. Gerhardt dit cependant, en son *Traité de chimie organique*, qu'une dissolution de lichénine pure est colorée en jaunâtre par l'iode.

On n'aperçoit pas facilement pourquoi les auteurs qui ont parlé de la fécule amorphe ne font aucune mention des Lichens. Outre que la membrane des thèques, dans ces plantes, se colore en beau bleu sous l'action de l'iode, on sait très bien que ces mêmes organes et les paraphyses sont plongés dans une sorte de mucilage concret que l'eau iodée colore en bleu exactement comme l'amidon le mieux caractérisé, et qui ne saurait guère être autre chose que de la fécule à l'état amorphe. M. Schacht qualifie à la vérité cette substance de *fécule gonflée* (*aufgequollene Stærke*) ; mais cette dénomination, qui conviendrait mieux encore à l'amidon soumis à l'action de l'eau chaude ou de l'acide sulfurique, paraît s'accorder difficilement avec la description précédemment donnée par M. Schacht de la matière en question qu'il traite de masse pâteuse et sans forme précise. (Voy. Schacht, *Die Pflanzenzelle*, pp. 148 et 149.)

M. H. de Mohl dit, en son *Traité de la cellule végétale*, que la fécule existe probablement dans toutes les plantes, à l'exception des Champignons. Un intérêt particulier s'attacherait donc à un végétal de ce dernier groupe qui présenterait de la fécule dans son tissu; or je crois en avoir rencontré un qui est vraiment dans ce cas. Ce Champignon, d'une composition chimique si digne d'attention, peut, en outre, être considéré comme un type générique nouveau dans la famille des Tubéracés; il croissait au printemps dernier sur des fragments ligneux épars sur le sable des bords de la mer à Sketty, près Swansea, dans le comté de Glamorgan. A l'œil nu, chaque individu de ce Champignon présentait l'aspect d'un petit corps arrondi, un peu comprimé, coloré en jaune pâle, et dont la surface était rendue inégale par de nombreuses circonvolutions qui n'étaient bien distinctement reconnues qu'avec l'aide d'une loupe. Le diamètre des plus volumineux échantillons n'excédait guère 1/8^{e} de pouce (soit 3^{mm},175).

Cette plante offrait une grande ressemblance extérieure avec le *Dacryomyces deliquescens;* mais elle rappelait peut-être encore plus exactement l'*Hydnobolites cerebriformis* décrit par MM. Tulasne dans leurs *Fungi Hypogœi* (p. 126, planches IV et XIV). Ces analogies se bornaient toutefois à la simple apparence, et ne furent point confirmées par l'examen microscopique.

L'écorce du Champignon, si je puis ainsi parler, est faite d'une membrane sinueuse assez épaisse, et qui offre plusieurs couches d'utricules, les uns larges et arrondis, les autres, plus intérieurs, allongés et étroits. Sous cette enveloppe, on ne trouve le plus souvent qu'une quantité innombrable de spores nues, et il faut une grande attention pour reconnaître çà et là quelques thèques isolées remplies de spores. Cependant l'étude des plus jeunes Champignons fait voir des sporanges très nombreux, et prouve manifestement que la plantule en question doit être rangée parmi les Ascomycètes, et non parmi les Gastéromycètes. Il n'y a donc pas de doute que les thèques ont été détruites ou résorbées, peut-être depuis longtemps déjà, quand les spores accumulées semblent former une masse compacte et homogène.

Il est très difficile, eu égard à la densité du Champignon, de reconnaître l'origine et la genèse des sporanges ; je me suis convaincu cependant qu'ils naissent tous isolément des filaments qui procèdent de l'enveloppe ou couche corticale. Ces sporanges sont largement claviformes ou ovales, très brièvement pédicellés, et fréquemment, sinon toujours, terminés en manière de pointe.

Les spores sont des corps fort singuliers ; elles sont sphériques, incolores, et ornées sur toute leur surface de cils très fins qui rayonnent dans tous les sens. Chacune renferme un nucléus, quelquefois excentrique, et qui n'est, ce semble, qu'une goutte d'huile, variable dans son volume, ou plusieurs gouttelettes réunies. Le diamètre moyen de ces spores égale environ un deux-millième de pouce ($0^{mm},0127$).

Si l'on place dans l'eau iodée une mince tranche du Champignon, ses spores prennent en quelques secondes une teinte bleue ou purpurine plus ou moins foncée, exactement comme le feraient des grains d'amidon ; et non-seulement ces corps sont ainsi affectés par l'agent chimique, mais il en est de même du mucilage hyalin qui les enveloppe, et qui revêt aussi dans cette circonstance une couleur d'un bleu intense. Ce mucus résulte-t-il de la dissolution des thèques, ou est-il le produit d'une sécrétion particulière? C'est ce que je ne puis décider ; mais on ne saurait en tout cas ne pas attribuer à sa présence la coloration bleue qui se manifeste autour des spores. On pourrait plutôt conserver quelques doutes légitimes sur sa constitution chimique, et sur la nature amylacée que je lui suppose ; s'il n'était formé que de dextrine, il différerait néanmoins de cette matière par sa coloration en bleu dans la teinture d'iode. La couleur bleue des spores plongées dans l'iode ne s'étend pas à leur *nucleus*, qui se teint en jaune.

Bien que se comportant avec l'iode comme des grains de fécule, les spores, vues à la lumière polarisée, ne donnent lieu à aucun phénomène de lignes croisées. Quant à l'action, sur le plan de polarisation, du mucilage qui les enveloppe, il n'a pas été permis de songer à la constater, l'exiguïté du Champignon excluant toute possibilité de se procurer de ce mucilage une quantité suffisante.

Les spores ne sont pas sensiblement altérées par l'eau bouillante, ni par une immersion prolongée dans l'acide sulfurique, en quoi elles diffèrent notablement des grains de fécule. Toutefois, de la même manière que ceux-ci, elles perdent par la chaleur ou l'action de l'alcool la teinte bleue que l'iode leur communique.

J'ai imposé au curieux Champignon dont je viens de parler le nom d'*Amylocarpus encephaloides*, lequel se trouve suffisamment justifié par tout ce qui s'est offert à mon examen. Sa place dans la grande classe de végétaux à laquelle il appartient est certainement parmi les Tubéracés; mais il n'y a pas d'alliés très proches. L'*Endogone* est le seul gastéromycète qui lui ressemble un peu par son organisation intérieure, mais on ignore si les vésicules que contient ce petit Champignon sont des spores ou des thèques. S'il était prouvé que ce sont des thèques, l'affinité de l'*Amylocarpus* avec l'*Endogone* serait très étroite.

Je dois dire en finissant que, depuis mes premières observations sur l'*Amylocarpus*, j'ai pris connaissance d'un cahier récent des *Annales des sciences naturelles*, dans lequel M. Tulasne annonce que, chez plusieurs espèces d'*Erysiphe*, la partie supérieure des appendicules se colore en bleu dans l'eau iodée, et que la même chose a lieu non-seulement pour la matière contenue dans le sommet des thèques de divers *Sphæria*, mais encore pour l'enveloppe mucilagineuse de leurs spores (voy. les *Ann. des sc. nat.*, sér. 4^e, t. VI [1856], p. 318). On ne saurait donc plus compter parmi les caractères distinctifs des Champignons l'absence de la fécule dans leurs tissus, puisqu'il est désormais suffisamment prouvé que cette substance s'y rencontre quelquefois, au moins à l'état amorphe.

DES

FORMATIONS VÉSICULAIRES

DANS LES CELLULES VÉGÉTALES,

Par M. Aug. TRÉCUL.

VI. — De la vésicule amylacée.

La vésicule amylacée est méconnue de la plupart des anatomistes, qui la considèrent comme un grain solide, formé d'une substance stratifiée concentriquement. Et cependant elle a des propriétés caractéristiques qui la rapprochent au plus haut point de la cellule proprement dite. Précisément à cause de cette affinité de la vésicule amylacée avec l'utricule, non-seulement par son mode de végétation, son accroissement et sa multiplication, mais aussi par sa composition chimique, puisque la substance qui les constitue a exactement la même formule, il devenait important de faire l'examen comparatif des propriétés chimiques de la cellulose et de l'amidon avant d'aborder l'histoire de la vésicule amylacée en particulier. Cet examen m'a conduit à admettre que les membranes végétales dites de cellulose et le grain d'amidon sont composés d'un même principe immédiat à divers états d'agrégation, dont je vais essayer de tracer les principaux caractères dans le chapitre suivant.

Des divers états de la substance amylacée.

Fourcroy (*Système des connaissances chimiques*, t. IV, an IX), est le premier qui ait signalé la similitude qui existe entre les propriétés chimiques de la fécule amylacée et le papier, qui n'est lui-même, dit-il, qu'une espèce de fécule provenant de la portion de liber encore muqueux et succulent, avec lequel on a fabriqué la toile..... Cette matière compacte (le papier) se comporte, à l'analyse chimique, absolument comme la fécule. Il dit aussi que l'amidon (et la substance du papier) se distingue des gommes en ce qu'il ne donne pas d'acide muqueux (mucique) par l'acide nitrique, mais qu'il se transforme entièrement en acide malique et en acide oxalique. Il a reconnu que la fécule est très voisine du sucre et qu'elle se change même en cette substance sous l'influence de la fermentation, pendant la germination, la maturation des fruits, par l'action de la chaleur et celle des acides puissants. Il savait que l'amidon s'enflamme et détone fortement par la seule pression ou par la percussion avec le muriate suroxygéné de potasse. Après avoir énuméré les parties des plantes qui, selon lui, renferment de la fécule, il ajoute : « Enfin il y a quelques espèces de végétaux dont tout l'ensemble, toutes les parties semblent être tissues de matière féculente, ou en contenir en si grande abondance, qu'ils servent tout entiers à former de véritables farines. Tel paraît être spécialement le genre Lichen, parmi lesquels on distingue le *Lichen islandicus* et le *Lichen rangiferinus*..... »

On voit par là que Fourcroy connaissait assez bien, à part quelques erreurs, les principales propriétés chimiques de l'amidon et du papier, et, chose singulière, qu'elles ont été oubliées depuis et découvertes de nouveau. Il est vrai que ce chimiste n'a pas donné d'analyse élémentaire. Ce sont Gay-Lussac, Thenard et Berzelius qui les premiers ont indiqué la composition de l'amidon et du ligneux.

Tel était l'état de la question quand MM. Gaultier de Claubry et Colin ont montré, en 1814, que l'amidon traité par l'iode passe par toutes les nuances du rose violacé à l'indigo foncé et même au noir, suivant la proportion du réactif employée. Depuis cette époque, les anatomistes, et à leur tête MM. Meyen, Schleiden, Payen et Mohl, ont fait un fréquent usage de cet agent chimique pour déceler l'amidon et pour étudier la constitution des membranes cellulaires. Meyen annonça, en 1837 (*Jahresbericht*, p. 67), à l'occasion d'un mémoire de M. Payen sur l'amidon des Lichens, que cette substance n'existe nullement dans ces plantes à l'état globuleux, mais qu'elle en forme les membranes et le contenu des organes élémentaires. En 1838, M. Schleiden indiqua la même propriété de bleuir par l'iode dans les cellules des embryons des *Schotia latifolia* (1), *speciosa*, *Hymenæa Courbaril*, *Mucuna urens* et *Tamarindus indica;* ce qui le conduisit, de concert avec M. Vogel, à considérer la substance de ces cellules comme une espèce chimique nouvelle qu'ils ont nommée *amyloïde*. C'est aussi M. Schleiden qui, le premier, employa, comme réactif des membranes cellulaires, l'iode et l'acide sulfurique, ainsi que les alcalis caustiques, qui transforment, suivant lui, les membranes végétales en amidon. Toutefois les belles recherches de M. Payen ont contribué beaucoup à faire connaître la constitution de ces membranes. Cet habile chimiste montra que leur substance a la même composition dans des plantes et dans des organes très divers, et il l'appela *cellulose*.

En 1851, M. Kützing, dans ses *Grundzüge*, réunit dans un même groupe qu'il nomma groupe de l'*amyl* (ou de la dextrine) les matières qui prennent les teintes bleue, violette ou rouge améthyste sous l'influence de l'iode seul ou de l'iode et de l'acide sulfurique; mais il distingua soigneusement l'*amyl*, ou substance de l'amidon, de la *cellulose* ou *gelin* de quelques chimistes allemands, en réunissant cependant l'amyloïde à l'amyl ou amidon (2).

Enfin, M. Nägeli, qui vient de publier un travail volumineux sur *les grains d'amidon* (*Die Stärkekörner*), propose une nouvelle nomenclature pour désigner la substance de l'amidon et des membranes cellulaires. Mais avant d'indiquer les résultats de M. Nägeli, je dois rappeler que, dans son travail sur l'amidon, M. Payen avait annoncé non-seulement que les couches d'un grain sont de moins en moins denses de la circonférence au centre, mais que chacune de ces couches en particulier n'est point homogène et présente les mêmes phénomènes que l'ensemble du grain. Il est même parvenu, dit-il, à l'aide de la solution de chlorure de chaux employée froide, à séparer de ces couches les parties les moins agrégées, de sorte que les plus petits grains n'acquéraient par l'iode qu'une teinte faiblement violette, rougeâtre ou fauve, ou même restaient à peu près incolores, bien qu'ils laissassent voir des couches concentriques.

---

(1) *Note de l'auteur.* — M. Schleiden dit (Wiegmann's *Arch.*, 1838, t. I, p. 59) que l'embryon du *Schotia latifolia* coupé se dissout dans l'eau, à l'exception de l'épiderme, et que la dissolution est teinte en bleu par l'iode.

(2) *Note de l'auteur.* — Je ferai remarquer que le mot *amyl* ne saurait être conservé sans inconvénient, parce qu'il y a en chimie organique un radical appelé *amyle*.

J'ai renouvelé l'expérience de M. Payen avec le chlorure de chaux, et j'ai obtenu des grains d'amidon qui non-seulement avaient perdu la propriété de bleuir sous l'influence de l'iode, mais encore de prendre la plus légère teinte violette ou fauve; ils restaient tout à fait incolores après deux jours d'immersion dans une solution aqueuse d'iode, qui avait été renouvelée deux fois. L'addition de l'acide sulfurique leur faisait prendre la couleur indigo caractéristique de la cellulose. J'ai en ce moment sous les yeux de l'amidon de gingembre dont tous les grains laissent voir nettement leur stratification, et cependant ils ne bleuissent pas du tout par l'iode. Ajoute-t-on de l'acide sulfurique, ils se colorent en bleu avec beaucoup d'intensité en se gonflant comme à l'ordinaire.

Cette constitution de l'amidon a été constatée de nouveau en Allemagne à l'aide du ferment de la salive, qui montre aussi dans l'amidon deux composés : l'un qui bleuit par l'iode et l'autre qui n'acquiert cette propriété qu'après une transformation (1). Partant de là, M. Nägeli regarde comme très vraisemblable que les membranes cellulaires sont composées de deux substances, en sorte que l'on ne peut plus employer, suivant lui, le mot *cellulose* comme synonyme de *membrane cellulaire*.

En conséquence, il propose de nommer *granulose* la substance qui bleuit par l'iode seul, et qui serait la substance de l'amidon chimiquement pure, et d'appeler *cellulose* celle qui ne bleuit pas dans les mêmes circonstances. Des mélanges de ces deux composés avec toutes les gradations possibles dans leurs proportions constitueraient les hydrates de carbone organisés ou stratifiés, c'est-à-dire les grains d'amidon et les membranes utriculaires.

---

(1) *Note de l'auteur.* — J'ai aussi vérifié l'action de la salive sur les grains d'amidon. Je décris plus loin le résultat de mes observations, en parlant de la structure des grains amylacés.

Bien que les proportions de la granulose et de la cellulose varient à l'infini, M. Nägeli croit cependant nécessaire de distinguer certains groupes, qui se détachent les uns des autres par des caractères chimiques. Il se fonde pour cela sur ce que les propriétés les plus importantes des hydrates de carbone stratifiés se montrent, d'une part, dans la réaction par l'iode, qui indique la proportion de granulose et de cellulose au milieu des dépôts de matières étrangères ; d'autre part, dans leur conduite envers les agents de gonflement ou de dissolution (l'eau, les acides et les alcalis) qui montrent leur état d'agrégation. Sous le premier rapport (la proportion de granulose et de cellulose indiquée par l'iode), M. Nägeli distingue trois degrés qu'il nomme *amyloïde*, *mésamylin* et *dysamylin*. Sous le second rapport (celui qui dénote l'état d'agrégation), il distingue de même trois degrés qu'il désigne par *gelin*, *médullin* et *lignin*.

Voici, aussi brièvement que possible, les caractères que l'auteur attribue à chacun des degrés de ces mélanges de granulose ou amidon pur et de cellulose.

1° L'*amyloïde* se teint immédiatement en bleu ou en violet par une solution d'iode.

2° Le *mésamylin* n'est jamais coloré en bleu ou en violet par l'iode, à moins que celui-ci ne soit dissous dans l'iodure de zinc, le chlorure de zinc ou un chlorure alcalin, ou lorsque l'on ajoute de l'acide sulfurique.

3° Le *dysamylin* ne donne la couleur bleue ou violette par l'iode qu'après avoir été traité préalablement par l'acide nitrique ou un alcali caustique.

J'ai dit plus haut que par ces trois mots M. Nägeli indique, non des substances bien définies, mais seulement des mélanges des deux principes *granulose* et *cellulose* dans des proportions différentes, et que, d'ailleurs, ces noms ne représentent que certains degrés de ces mélanges, qui varient à l'infini. Cette nomenclature me paraît d'autant moins utile que la complication s'accroît encore dans le second groupe dans lequel l'auteur indique seulement trois degrés par les désignations de *gelin*, *médullin* et *lignin*. En effet, chacun de ces noms ne représente pas de simples mélanges de granulose et de cellulose comme l'amyloïde, le mésamylin et le dysamylin, mais désigne des mélanges de ces mélanges primitifs; ou bien le même nom ne représente pas toujours la même matière de la série précédente : ainsi, le *gelin*, par exemple, n'est pas composé simplement d'*amyloïde*, mais il peut l'être aussi de *mésamylin* et de *dysamylin*. Le *médullin* serait du *mésamylin* et du *dysamylin*, rarement de l'*amyloïde*. Le *lignin* serait le plus souvent du *dysamylin*, plus rarement du *mésamylin*.

Le *gelin*, à l'état sec, est corné ou cartilagineux; il se gonfle dans l'eau froide en une masse molle, gélatineuse ou muqueuse; il s'étend davantage encore dans l'eau bouillante et s'y dissout même lentement par une action prolongée.

Le *médullin* sec (comme tissu) est peu dur; il s'amollit dans l'eau froide et dans l'eau bouillante sans se gonfler sensiblement; il se gonfle peu dans les acides affaiblis, et est facilement dissous par l'acide sulfurique concentré à la température ordinaire, et par cet acide affaibli à la chaleur de l'ébullition.

Le *lignin* est dur, même à l'état humide; il ne change pas sous l'influence de l'acide sulfurique affaibli, et ne se dissout pas du tout ou seulement difficilement dans l'acide sulfurique concentré. Le lignin insoluble n'est détruit par l'acide sulfurique qu'après le traitement par l'acide nitrique ou par les alcalis caustiques.

Cette classification de M. Nägeli a l'avantage de résumer en quelque sorte les principales propriétés des membranes végétales; mais je crois que les noms sont superflus, parce que, employés dans les descriptions, ils tendraient à faire considérer chaque groupe comme formé d'un principe particulier.

Voici où en est le problème de la constitution chimique des membranes cellulosiques des plantes. On peut se demander maintenant si l'on doit admettre trois, quatre ou plusieurs espèces chimiques isomériques, ayant la propriété de bleuir par l'iode seul ou par l'iode et l'acide sulfurique, savoir : l'*amidon*, l'*amyloïde*, la *lichénine*, et la *cellulose* ou *gelin*, ou bien si l'on doit reconnaître deux espèces seulement, la *granulose* ou *amidon* et la *cellulose*.

Il me semble qu'il y a tout autant de raison à admettre un nombre indéfini d'espèces qu'à en reconnaître trois ou seulement deux. Je crois que l'amidon et la cellulose ne constituent réellement qu'un même principe immédiat à des états d'agrégation différents. Dans tous les cas, il est impossible de définir rigoureusement l'amidon, soit que l'on accepte deux espèces, soit trois ou davantage ; car on ne peut plus dire que l'amidon soit une substance granuleuse, blanche, contenue dans les cellules végétales, et qui bleuit aussitôt qu'on la met en contact avec l'iode. On ne le peut plus : 1° parce que l'amidon n'est pas toujours granuleux ; 2° parce que les membranes de certaines cellules bleuissent comme lui sous l'influence de l'iode ; elles donnent comme lui de la dextrine quand on les traite par l'acide sulfurique concentré, et de l'acide oxalique quand on prolonge leur ébullition dans l'acide nitrique ; 3° parce que de l'amidon est sécrété par les animaux, et en particulier par certains insectes, aussi bien que par les plantes.

Examinons d'abord la première proposition : « L'amidon n'est pas toujours granuleux. » C'est M. Schleiden qui le premier a annoncé ce fait, en disant qu'il a trouvé une sorte d'empois dans les cellules de l'albumen du *Cardamomum minus*, ainsi que dans celles de la racine de Salsepareille de la Jamaïque et du rhizome du *Carex arenaria*. En 1857, MM. Sanio et Schenk signalèrent de l'amidon en dissolution dans les cellules de l'épiderme du *Gagea lutea* et de divers *Ornithogalum*.

J'ai moi-même observé cet amidon dans les cellules épidermiques du fruit de l'*Ornithogalum pyrenaicum* jusque près de la maturité. Il est vrai que M. Schenk ne considère pas cette matière comme de l'amidon, mais comme un composé intermédiaire entre celui-ci et la cellulose. Il donne pour raison que cet amidon, bleui par l'iode, se décolore au contact de l'eau comme la cellulose bleuie par l'iode et l'acide sulfurique ; de sorte que, suivant lui, l'existence de l'amidon amorphe serait encore à démontrer. Ce ne serait là, à mon avis, qu'un caractère de plus en faveur de la transition que je crois exister entre l'amidon et la cellulose. D'ailleurs, j'ai trouvé de l'amidon qui, à une certaine période de son développement, jouissait de cette propriété. L'amidon, par exemple, d'une racine d'Aristoloche malheureusement indéterminée, qui m'a fourni un autre cas de l'amidon amorphe bien plus instructif que les précédents, offre ce caractère. Cependant il est impossible d'en contester la nature amylacée, puisque cette racine montre cet amidon amorphe passant graduellement à l'état de grains volumineux. En effet, certaines cellules ne renferment qu'une couche d'aspect mucilagineux, qui devient d'un violet foncé ou même indigo par l'iode; chez d'autres cellules on voit s'élever de toute la surface de cette couche des éminences unies entre elles, qui deviennent hémisphériques en s'accroissant, qui s'isolent ensuite les unes des autres, puis deviennent globuleuses. Il n'y a plus alors dans les cellules que d'assez gros grains d'amidon.

L'amidon n'est donc pas toujours granuleux.

De plus, ai-je dit dans ma deuxième proposition: « Les membranes de certaines cellules bleuissent sous l'influence de l'iode seul, comme de l'amidon. » Les anatomistes penseront peut-être que je pourrais me dispenser de parler de ce phénomène qui leur est si familier, mais la discussion que j'ai été appelé à soutenir dans une autre enceinte doit leur prouver qu'il n'est pas aussi vulgarisé qu'ils pourraient le croire, parmi les chimistes surtout. D'un autre côté, outre qu'il n'est pas inutile de confirmer les assertions de Meyen et de Schleiden sur un point aussi important, par des observations faites sur des plantes autres que celles qu'ils ont signalées, j'insisterai sur la transition que je trouve entre l'amidon amorphe et les membranes de cellulose les plus réfractaires à la coloration par l'iode, ou, pour parler plus rigoureusement, entre l'amidon et la cellulose.

J'ai dit tout à l'heure que l'amidon amorphe que j'ai observé dans certaines cellules prend quelquefois la forme granuleuse. Or, ces granules sont des vésicules qui ont les principales propriétés des cellules, de même que les autres vésicules dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie dans les séances précédentes. Puisque ces vésicules amylacées peuvent être assimilées aux cellules pour la structure de leurs parois, pour leur accroissement et pour leur multiplication, etc., il n'est pas rationnel de distinguer par un nom particulier (amyloïde) la substance des cellules qui bleuissent fortement comme de l'amidon, ou qui deviennen tviolettes aussitôt qu'elles sont en présence de l'iode. D'ailleurs cette propriété de bleuir s'observe à tous les degrés dans les plantes. J'ai obtenu la couleur bleue avec moins d'intensité que ne la donne le *Cetraria islandica* et certaines cellules de beaucoup d'autres Lichens, chez bon nombre de végétaux phanérogames, dans les cellules de l'épiderme et dans les couches sous-cuticulaires des *Ornithogalum pyrenaicum*, *narbonense*, *longibracteatum* et du *Scilla autumnalis*, chez lesquels déjà ce phénomène n'est plus constant. Je l'ai retrouvé dans les cellules de l'embryon du *Tamarindus indica*, du *Mucuna urens*, cités par M. Schleiden, mais à un plus faible degré encore. J'ai déterminé par l'iode l'apparition d'une teinte violette foncée ou seulement claire, mais toujours manifeste, dans les cellules de l'albumen des plantes suivantes, que je présente ici dans l'ordre de la plus grande à la moindre intensité de la teinte qu'elles m'ont offerte : *Iris pseudo-acorus*, *sibirica*, *fulva*, *fœtidissima*, *graminea*, *stœnogyna*, *Pallasii*, etc., *Tulipa sylvestris*, *Danaida racemosa*, *Ornithogalum pyrenaicum*, *narbonense*, *longibracteatum*, etc., *Agraphis nutans*, *campanulata*, *patula*, *cernua*, *Morœa iridioides*, *Hyacinthus orientalis* , *Uropetalum serotinum* , *Gladiolus psittacinus*, *Muscari racemosum*, *comosum*, *Cypella plumbea*, *Libertia paniculata*, *Allium moschatum*, *baïcalense*, etc., *Bellevalia romana*, *Polygonatum latifolium*, etc., *Asparagus amarus*, etc., etc. Les cellules de l'embryon de l'*Hymenæa Courbaril* que je possède ne bleuissent pas par l'iode seul, ce qui paraît prouver que la substance bleuissante observée par M. Schleiden peut modifier ses propriétés en acquérant sans doute une cohésion plus forte. Enfin, l'application de la teinture d'iode sur les cellules de l'embryon *mûr* du *Mimusops Kummel* ne donne pas non plus immédiatement la couleur bleue ; mais pour l'obtenir, il m'a suffi de faire bouillir dans l'eau des tranches minces de l'embryon pendant quelques instants. Alors l'iode produit une teinte verdâtre qui passe graduellement au bleu sur toute l'étendue de la préparation. Si cette teinte ne se manifestait pas au contact immédiat de l'iode, on l'obtiendrait en battant un peu la préparation sur une lame de verre. Il sera toujours bon d'user de ce moyen dans toutes les occasions où la couleur bleue n'apparaîtrait pas tout de suite.

Chez la grande majorité des végétaux, au contraire, cette coction préalable dans l'eau n'est pas suffisante; on est obligé d'ajouter de l'acide sulfurique qui désagrége la substance des cellules en les gonflant. Dans ce cas même on trouve diverses gradations. Au premier âge des membranes cellulaires, elles ne bleuissent pas du tout; elles restent incolores tout en se gonflant, parce que la cellulose n'y est pas encore bien développée; mais, un peu plus tard, l'iode et l'acide sulfurique d'abord un peu dilué leur communiquent une belle teinte indigo plus ou moins foncée. Si l'acide était trop fort, il ferait passer au brun les membranes avant qu'elles aient donné la couleur bleue. Quand ces cellules sont plus âgées, de l'acide sulfurique plus concentré est nécessaire. Enfin quand les cellules sont plus injectées de matières étrangères, il faut les traiter par une solution d'alcali caustique. Là aussi on observe des différences; car il est nécessaire de prolonger plus ou moins la coction.

C'est pour avoir été souvent traité par la potasse dans l'opération du blanchissage que le vieux linge de chanvre et de coton (et probablement aussi celui de lin, que je n'ai pas eu à ma disposition) bleuit comme de l'amidon sous l'influence de l'iode seul.

Cette assertion a éprouvé une vive opposition de la part de plusieurs chimistes. Les objections qui ont été faites ont pour base l'opinion généralement admise que le vieux linge bleuit parce que de l'amidon y a été introduit par les lessives; et l'on considère comme une preuve à l'appui de cette manière de voir que le linge et le papier convenablement purifiés par des traitements alternatifs à l'aide des alcalis caustiques, des acides affaiblis, du chlore ou de l'hypochlorite de chaux, etc., ne bleuissent pas par l'iode.

Cette argumentation n'est que spécieuse, attendu qu'elle suppose homogène la substance cellulosique des fibres textiles. Or, il n'en est point ainsi : les fibres libériennes du chanvre, du lin, le coton, etc., contiennent, outre la cellulose, des principes du groupe amylacé qui ne sont ni de la cellulose, ni de l'amidon proprement dits, mais qui représentent des états d'agrégation intermédiaires entre ceux de la cellulose et de l'amidon. Et comme le vieux linge n'a jamais été soumis au même traitement que la cellulose pure, ou que le papier à analyse des laboratoires, par exemple, il renferme encore, après un grand nombre de lessives, ces principes intermédiaires qui ont la propriété de bleuir par l'iode après avoir été traités par la potasse, ou, ce qui revient au même, après avoir subi un grand nombre de lessives.

Ce que j'avance ici au sujet de la non-homogénéité des fibres textiles ou des autres cellules n'a pas été signalé, que je sache, par les anatomistes, si ce n'est dans le dernier travail de M. Nägeli, et l'on peut voir déjà que nous n'envisageons pas le phénomène de la même manière. Les autres anatomistes pensent que les diverses couches qui composent les cellules ont pour base la cellulose seule, mais que cette cellulose est plus ou moins dense suivant l'âge, ou plus ou moins injectée de matières étrangères qui s'opposent à l'action des réactifs. Il y a, comme je viens de le dire, quelque chose de plus, il y a des substances bleuissantes qui ne sont ni de la cellulose, ni de l'amidon proprement dit, et cela deviendra plus évident tout à l'heure.

Non-seulement les couches apparentes qui constituent la paroi cellulaire, comparées entre elles, ne présentent pas la même densité, mais chacune d'elles est souvent formée de couches secondaires qu'elle a sécrétées par une végétation qui lui est propre, et qui doivent contribuer à son hétérogénéité. En effet, tous ces éléments cellulosiques de chaque couche ne sont pas identiques ; il y a dans chacune des éléments plus récemment assimilés qui n'ont point la même cohésion que les éléments anciens. Ces diverses couches, ou les principes diversement agrégés de chacune d'elles, se comportent d'une manière différente avec les réactifs. De ces principes, les uns sont plus facilement enlevés par l'action alternative des alcalis, des acides affaiblis, du chlorure de chaux, etc., tandis que les autres, comme la cellulose proprement dite, résistent davantage. C'est cette dernière seulement que les chimistes isolent par ce traitement ; ils détruisent les autres.

Pour démontrer l'existence de celles que l'on enlève par la purification de la cellulose, il suffit de traiter le chanvre, le lin et le coton neufs par de la potasse, après les avoir essayés par l'iode pour s'assurer qu'ils ne contiennent pas d'amidon. S'ils sont exempts de ce principe, on les fait bouillir dans une solution concentrée de l'alcali caustique, en prolongeant l'ébullition jusqu'à complète évaporation de l'eau ; alors on les essaye de nouveau par l'iode, après avoir lavé dans l'eau distillée pour enlever la potasse. La couleur bleue, selon toute probabilité, n'apparaîtra pas tout de suite, et c'est là une nouvelle preuve de l'absence de l'amidon. Pour obtenir la teinte caractéristique, il faudra battre un peu sur une lame de verre, avec un bâton de verre également, la fibre végétale humectée de teinture d'iode. La couleur ne tardera pas à se manifester. Si elle ne se montrait pas, ou si elle n'était que faible, on ajouterait un peu d'eau distillée à la potasse, et l'on continuerait la coction pendant quelques minutes. Il est évident que cette coloration ne sera pas due à de l'amidon, puisque, même après le traitement par l'alcali, la teinte bleue n'apparaît pas immédiatement. Elle n'est pas due non plus à une transformation de la cellulose en amidon, parce que cet amidon, aussitôt développé, donnerait son caractère distinctif au contact de l'iode, et il le conserverait ; tandis que nos fibres de chanvre, abandonnées à elles-mêmes pendant douze ou vingt-quatre heures, perdent la propriété de bleuir. Pour la leur rendre, il faut les faire bouillir de nouveau dans la potasse. Cette expérience prouve qu'il n'y a là qu'un simple phénomène de cohésion. La potasse n'a pas agi seulement comme agent purificateur, elle a aussi diminué la cohésion de la fibre végétale ; mais quand cette potasse a été enlevée par le lavage et la fibre abandonnée à elle-même, celle-ci s'est contractée, et a perdu la propriété de bleuir, qui lui revient toutefois après un autre traitement par l'alcali. Lorsque les fibres textiles, après avoir été traitées, ainsi que je viens de le dire, par une ébullition de dix ou quinze minutes, sont abandonnées en macération dans la solution concentrée de potasse pendant un temps plus ou moins long, ou lorsque l'ébullition dans la solution alcaline a été renouvelée un certain nombre de fois, comme cela a lieu par les lessives réitérées et prolongées du linge des ménages, la fibre libérienne perd la propriété de se contracter, et acquiert celle de se colorer en bleu au contact immédiat de l'iode.

Mon assertion demeure donc dans toute son intégrité, c'est-à-dire que « le vieux linge qui a subi de nombreuses lessives bleuit par l'iode comme de l'amidon, sans qu'aucune trace de celui-ci y ait été introduite accidentellement. » Mon opinion serait encore exacte, lors même qu'il serait démontré que les lessives apportent assez d'amidon dans le linge pour produire la coloration bleue, puisque la propriété de bleuir par l'iode après l'action de la potasse est inhérente à la nature des fibres textiles du chanvre, du lin, du coton, etc. D'un autre côté, la cellulose proprement dite pure, traitée par l'alcali caustique, ne se colore point en bleu sous l'influence de l'iode seul ; il faut le concours de l'acide sulfurique pour la désagréger. La coloration du vieux linge, des fibres textiles et des autres cellules végétales qui sont dans le même cas, doit donc être attribuée à des substances dont la cohésion est plus grande que celle de l'amidon et moindre que celle de la cellulose.

Maintenant si, comme le pense M. Nägeli, il n'y avait que deux espèces chimiques, la *granulose*, ou substance pure de l'amidon, et la *cellulose*, mélangées dans des proportions diverses, on devrait toujours obtenir la coloration bleue par l'emploi de l'iode seul, plus forte si la granulose était en plus grande proportion, plus faible si c'était la cellulose. Il ne pourrait y avoir d'obstacle peut-être à cette coloration que la présence des matières étrangères ; mais j'ai montré que la fibre du chanvre, etc., dont l'influence de ces matières étrangères a été écartée par la potasse et la cohésion diminuée, perd la propriété de bleuir après avoir été lavée et abandonnée à elle-même, propriété qu'elle reprend après une nouvelle action de la potasse. Cela ne pourrait évidemment avoir lieu, s'il existait de l'amidon proprement dit, ou granulose de M. Nägeli.

On voit donc, par ce qui précède, qu'il n'y a pas de limite bien tranchée entre l'amidon et la cellulose.

J'arrive enfin à ma troisième proposition : « De l'amidon proprement dit est sécrété par certains insectes. » Ce fait fut annoncé, en 1850, par M. Dobson à la Société royale de la terre de Van-Diemen. La substance se présente sous la forme d'une sorte de cocon qui, au lieu d'être tissé de soie, l'est d'amidon. La petite coque est à peu près hémisphérique, jaune ou blanche, suivant l'espèce de *Psylla* qui l'a sécrétée. Ces insectes la construisent à la face inférieure des feuilles d'*Eucalyptus*. La matière qui la compose est un peu sucrée, et sous la forme de filaments vermicelloïdes élégamment entrecroisés. La solution d'iode la bleuit avec tant d'intensité, qu'elle en paraît noire ; mais l'examen microscopique y fait reconnaître une belle teinte bleue. J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie un cocon de la variété jaune qui me fut offert par M. le docteur Busk (1).

De tous ces faits, il me paraît résulter que l'amidon d'origine végétale ou animale, amorphe ou granuleux, que la lichénine, l'amyloïde et la cellulose ou gelin de quelques auteurs, ne forment réellement qu'une seule espèce chimique dont elles ne seraient tout au plus que des variétés. Peut-être serait-il convenable d'établir, à la place des espèces mal définies qui ont été proposées, quelques variétés fondées sur les formes que la substance amylacée affecte dans la nature. On aurait ainsi : 1° l'*amidon amorphe*, végétal ou animal ; 2° l'*amidon granuleux* ou *vésicule amylacée* ; 3° l'*amidon cellulaire*.

---

(1) *Note de l'auteur.* — Après cette observation, il n'est pas inutile de rappeler qu'en 1845 M. Schmidt, et en 1846 MM. Löwig et Kölliker, avaient démontré la présence de la cellulose dans les enveloppes des Tuniciers, et que, tout récemment, M. Péligot a prouvé que la cellulose existe aussi dans le tégument du Ver à soie. J'ai préparé aussi de cette cellulose du Ver à soie. Elle consiste en lames d'une grande ténuité, encroûtées d'une matière azotée qu'il est extrêmement difficile d'en détacher, et qui empêche d'obtenir directement la coloration bleue par l'iode et l'acide sulfurique. J'ai trouvé au-dessous du tégument une matière d'aspect floconneux sous le microscope, qui bleuit au contraire sans préparation aussitôt qu'on la met au contact de l'iode et de l'acide sulfurique. M. Péligot a isolé la cellulose du tégument par la solution ammoniaco-cuivrique ; mais ce procédé ne saurait montrer la forme sous laquelle elle se présente à l'état naturel. Pour observer cette forme, il faut faire bouillir le tégument dans l'ammoniaque et dans la potasse, qui mettent à nu quelquefois, bien rarement il est vrai, des portions des lamelles qui composent le tégument. J'ai cru remarquer que de tout ce tégument du Ver à soie la base des poils est la partie qui bleuit le plus tôt.

Dans l'intervalle qui suivit la présentation de mon mémoire à l'Académie et son impression, de nombreux travaux ont déjà été publiés sur l'amidon et sur la cellulose par divers chimistes. Ces travaux ont eu pour base l'emploi exclusif d'une solution obtenue en faisant filtrer de l'ammoniaque à travers de la tournure de cuivre. La liqueur ainsi préparée a la propriété de dissoudre la cellulose de certaines cellules, et de ne pas dissoudre celle de certaines autres utricules. M. Fremy a appelé *paracellulose* la substance des cellules qui ne sont pas dissoutes par le réactif.

Je me permettrai de faire à cet égard une observation : c'est qu'il ne me semble pas très convenable de fonder des espèces sur un seul caractère, et surtout sur la dissolution d'une matière organique dans un liquide donné. L'albumine est un excellent exemple à l'appui de mon assertion. En effet, ce principe, à l'état normal, est soluble dans l'eau, tandis que l'albumine coagulée ne s'y dissout pas, et cependant les chimistes ne regardent pas ces deux états comme deux espèces distinctes. Une autre preuve de ce que je dis là m'est fournie par l'action même du liquide ammoniaco-cuivrique sur les fibres textiles que j'ai signalées plus haut. Étudiées à l'aide du nouveau réactif, ces fibres n'ont pas donné l'indication des deux substances que j'y ai reconnues : 1° celle qui bleuit après le traitement par la potasse, sans le concours de l'acide sulfurique ; 2° celle qui nécessite l'emploi de cet acide pour donner la couleur bleue. Ces deux substances sont donc ainsi confondues sous un même nom, *cellulose* (parce qu'elles se dissolvent dans le même véhicule); et cependant ces deux matières se distinguent par des caractères qui valent bien ceux que fournit la dissolution ou la non-dissolution dans un réactif particulier, surtout quand il s'agit de corps organisés qui ne sont certainement pas exempts de tout mélange, et qui peuvent présenter des états de cohésion ou d'agrégation divers, comparables à ceux des corps dimorphes. Distingue-t-on deux espèces de soufre, deux espèces d'oxygène, dont les deux états présentent cependant des propriétés si différentes ? Ce sont là des considérations de plus en faveur de l'opinion que j'ai émise dans ce mémoire, et qui consiste à regarder ces diverses celluloses et les deux substances de l'amidon comme une seule espèce chimique à différents états d'agrégation.

Je prévoyais bien que les variétés ou sous-espèces que je propose d'instituer d'après la forme que les matières amylacées offrent dans la nature seraient difficilement admises. Les chimistes aiment à saisir dans le verre à expérience les caractères des corps qu'ils étudient. Si donc on voulait établir des sous-espèces, d'après les propriétés chimiques des substances amylacées, on pourrait appeler *granulose*, avec M. Nägeli, ou peut-être mieux *amylin*, la substance des grains d'amidon et des cellules elles-mêmes qui bleuit immédiatement au contact de l'iode ; *paramylin*, la substance des grains d'amidon qui ne bleuit pas au contact de l'iode, mais seulement quand on ajoute de l'acide sulfurique (elle ne peut être confondue avec la cellulose, qui ne produit point comme elle de l'empois) ; *cellulin*, la matière des cellules qui ne bleuit qu'après l'ébullition dans la potasse et sans le secours de l'acide sulfurique ; *cellulose*, celle qui ne bleuit que par l'iode aidé de l'acide sulfurique.

Je doute que l'on puisse conserver la *paracellulose* comme espèce, à cause des raisons que je viens de donner. Je pense aussi que les deux espèces établies tout récemment par M. Fremy (la *fibrose* ou substance, des fibres ligneuses, et la *vasculose*, ou substance des vaisseaux ligneux) ne seront considérées que comme des sous-espèces. Dans tous les cas, les caractères qui leur sont attribués ne conviennent pas à tous les organes que leurs noms représentent. Voici ces caractères : La vasculose se distinguerait des autres espèces par son insolubilité dans l'acide sulfurique. La fibrose serait caractérisée : 1° par son insolubilité dans la potasse concentrée et bouillante, qui dissout la vasculose et la paracellulose ; 2° par sa solubilité dans l'acide sulfurique concentré, qui ne dissout pas les vaisseaux ligneux ; 3° par son insolubilité dans le réactif cuivrique, qui dissout immédiatement la cellulose, et qui n'attaque les fibres ligneuses que lorsqu'elles ont été modifiées par les agents chimiques. La fibrose se distingue encore de la cellulose en ce que, dissoute dans l'acide sulfurique concentré, elle en est précipitée sous la forme d'une gelée épaisse et transparente ; tandis que la cellulose, traitée par l'acide sulfurique concentré, se transforme en dextrine, que l'eau ne précipite plus.

Le travail de M. Fremy renferme des observations importantes ; mais les anatomistes se demanderont où s'arrête le caractère ligneux des vaisseaux : car il y a beaucoup de vaisseaux qui sont solubles dans l'acide sulfurique concentré ; il y a aussi des fibres ligneuses et des cellules qui ne se dissolvent pas dans le même acide ; il existe d'autres fibres qui ne s'y dissolvent qu'en partie, la membrane externe restant intacte ; chez certaines cellules, les couches médianes se dissolvent d'abord, la membrane interne et l'externe résistent plus longtemps, puis la membrane interne disparaît à son tour, et après elle la membrane externe. Ici comme dans les autres organes élémentaires, on trouve divers degrés de résistance à l'action des réactifs. Ce que le chimiste aurait de mieux à faire dans cette circonstance, ce serait de caractériser ses espèces ou ses sous-espèces chimiques sans les rapporter, par leur dénomination, à des organes déterminés.

Histoire de la vésicule amylacée.

L'*amidon* (ἄμυλον, *amylum*) fut ainsi nommé parce qu'il est préparé sans meules, sans moulin ; il fut appelé *fécule* beaucoup plus tard, du mot *fœx*, *fœces*, parce qu'il se précipite du suc des plantes avec les autres débris végétaux qui y sont suspendus ; et, pour le distinguer de ces débris, de la matière verte entre autres (*fœcula viridis*), on le nomma *fécule amylacée*, et enfin tout simplement *fécule*, par abréviation.

L'amidon était connu des anciens. Suivant Dioscoride, il était préparé par les Crétois et par les Égyptiens, principalement avec du blé de trois mois. On en faisait un fréquent usage en médecine et dans la vie ordinaire. Caton le Censeur (234-149 av. J.-C.)

en parle (*De re rustica*, LXXXVII). Il recommande de le faire cuire avec du lait.

D'après le témoignage de Pline (lib. XVIII, cap. 17), la découverte de l'amidon serait due aux habitants de Chios, et encore aujourd'hui, dit-il, le plus estimé vient de là. Galien mentionne ses usages (*De alimentorum facultatibus*, lib. I, cap. 8).

A l'époque de la renaissance, il est cité également par Otto Brunfels (*Herbarum vivæ eicones ad naturæ imitationes*, etc., 1532), par Lonicerus (*Kräuterbuch*, etc., Franckfort, 1582), et par Matthiole, en 1583, qui ne fait que répéter ce qu'en ont dit Pline et Galien.

Ant. Leeuwenhoek le premier entra dans la voie de l'observation. Dans sa 26^e lettre physiologique, datée du 22 juin 1716 (*Opera*, Delphis, 1719, t. IV), nous trouvons, à la page 230, cette définition de l'amidon : « La matière renfermée dans le froment, l'orge, etc., que nous appelons farine, est composée de globules ronds et transparents, qui sont entourés par des membranes très ténues ou vésicules. » Il crut que ces vésicules ou cuticules avaient une commissure par laquelle elles s'ouvraient sous l'influence de l'eau et de la chaleur. Cette erreur dans laquelle il est tombé me paraît avoir eu deux causes : d'une part, la constitution des gros grains d'amidon dans les Graminées, qui sont ordinairement lenticulaires, plus ou moins déprimés, et qui, vus de côté, présentent souvent une cavité à peu près linéaire, s'étendant presque d'un côté à l'autre ; d'autre part, l'aspect des grains doubles qu'il a aperçus et figurés. Il en a même décrit de triples à la page 238. Après avoir chauffé quelques grains dans une goutte d'eau, il observa les couches concentriques qu'il dessina sans en bien comprendre la nature ; mais il dit en plusieurs endroits que c'est par le point central (que plus tard on a bien à tort appelé *hile*) que les sucs nutritifs arrivent au grain. Une de ses observations les plus intéressantes est celle qui résulte de l'examen de la fiente de pigeons qui avaient été nourris exclusivement avec des grains, et dans laquelle il trouva que les vésicules amylacées étaient vides de la substance intérieure.

Luke Howard (*Transact. of the Linnean Society*, 1800, t. VI,

p. 72) dit que l'amidon consiste en grains homogènes ou capsules de la forme des grains de pollen n° 3 (pollen du Réséda), capables de s'imbiber d'eau avec accroissement de volume et de transparence, et de retourner à leur premier état en perdant cette eau.

Fourcroy (*Système des connaissances chimiques*, an IX) avait des idées plus exactes sur les propriétés chimiques de l'amidon que sur ses caractères anatomiques ; car il le dit formé de petits globules transparents, brillants, argentés, satinés dans leur masse, et imitant une sorte de matière cristalline.

Kurt Sprengel (*Anleitung zur Kenntniss der Gewächse*, Halle, 1802, p. 89) croit voir, dans les cellules des cotylédons des haricots en germination, des petites vésicules qui deviennent des cellules en grandissant. C'est là aussi l'opinion de Treviranus (*Vom inwendigen Bau der Gewächse*, Göttingen, 1806, p. 2).

H. F. Link (*Grundlehren der Anat. und Physiol. der Pflanzen*, Göttingen, 1807, p. 29 et suiv.) n'est pas de cet avis. Cette manière de naître des cellules ne lui paraît pas vraisemblable. Il désigne de préférence les corpuscules de l'amidon par le mot *grain*, et il ajoute (p. 34) que l'amidon qui, par ses propriétés, se rapproche beaucoup de la gomme, du mucus et du sucre, sert sans doute à la nutrition des plantes, et particulièrement des jeunes germes.

M. Raspail (*Développement de la fécule dans les organes de la fructification des céréales*, etc., *Ann. sc. nat.*, 1825, t. VI) considère chaque grain de fécule non comme une cristallisation, mais comme un organe susceptible de se colorer par l'iode en indigo ou en violet, et formé : 1° d'un tégument inattaquable par l'eau et par les acides à la température ordinaire, susceptible de se colorer par l'iode, et 2° d'une substance soluble à laquelle l'évaporation fait perdre la propriété de se colorer par l'iode, en volatilisant la substance qui jouit de cette propriété. Cette matière soluble aurait tous les caractères de la gomme.

M. Raspail croyait en outre que les stries concentriques que l'on aperçoit dans beaucoup de grains d'amidon étaient des plis de la membrane externe, et de plus, comme Sprengel et Treviranus, que les grains d'amidon devenaient, en grandissant, des cellules destinées à remplacer celles qui leur ont donné naissance.

C'était aussi là l'opinion de Turpin (*Acad. des sc.*, 1826; *Mém. du Muséum*, 1827, t. XIV), qui regardait les grains d'amidon comme de la *globuline* blanche, dont l'insertion est, dit-il, invariablement pariétale; ce qui veut dire (c'est lui qui parle ainsi) qu'elle émane toujours par extension des parois internes des vésicules mères. C'est sans doute cette insertion pariétale admise par Turpin qui a engagé M. Raspail à nommer *hile* le point d'attache, dont il est en général impossible d'apercevoir les traces, dit-il dans son *Nouveau système de chimie organique*, 1833, p. 40.

M. Caventou (*Recherches chimiques sur l'amidon et les diverses substances féculentes du commerce*, dans *Ann. de chim. et de phys.*, 1826, t. XXXI) cherche à prouver, contradictoirement à l'opinion de M. Raspail, que l'amidon est un principe pur et homogène.

M. Guibourt (*Ann. de chim. et de phys.*, 1829, t. XL) conclut de ses observations que les téguments et la substance soluble de l'amidon diffèrent plus par leur forme que par la nature chimique, et qu'ils constituent un principe immédiat des végétaux.

M. Chevreul (dans sa 28^e *leçon de chimie appliquée à la teinture*, 1829) ne peut admettre, avec M. Raspail, que la partie soluble de l'amidon soit de la gomme, attendu qu'elle n'a pas la propriété de produire de l'acide mucique. Il appelle *amidine* la partie soluble, et *amidin* la partie insoluble.

MM. Biot et Persoz (*Nouv. Ann. du Muséum*, 1833, t. II), en traitant la fécule par l'acide sulfurique étendu et portant à l'ébullition, etc., ont obtenu la *dextrine* et déterminé ses propriétés. Comme leur produit retenait encore un peu d'amidon non transformé, et que, par conséquent, il devenait violacé sous l'influence de l'iode, ils ont pensé que la dextrine était la substance intérieure de l'amidon.

M. Biot, d'un autre côté, par le passage d'un rayon de lumière polarisée au travers d'un grain de fécule, reconnut dans ce grain une construction organique régulière et des couches d'inégale densité autour de son axe.

M. Guérin-Warry, dans une lettre adressée à l'Académie des sciences, le 1er avril 1833, annonce que l'amidon tégumentaire a la même composition élémentaire que le ligneux. Ce qui s'oppose à ce qu'on les confonde, dit-il, c'est que le premier bleuit par l'iode, tandis que le second est dépourvu de cette propriété. Dans un mémoire du 30 juillet 1833 (*Ann. chim. et phys.*, t. LVI), le même auteur nomme *amidine*, la partie soluble à froid de l'amidon; *amidin tégumentaire*, la partie insoluble dans l'eau froide ou bouillante; et *amidin soluble*, la partie qui est tenue en dissolution par l'amidine, partie qui est identique avec l'amidin tégumentaire.

Dans une note adressée plus tard, MM. Payen et Persoz disent que la substance intérieure de l'amidon, extraite par la diastase, contient: 1° de la dextrine, 2° du sucre, 3° une substance analogue à l'inuline.

En 1834, M. J. Fritzsche (*Annalen der Physik und Chemie*, von Poggendorff, Leipzig, t. XXXII) émet une opinion nouvelle concernant l'origine du grain d'amidon. Il dit aux pages 131 et 132 : « Ainsi, la structure des grains d'amidon n'est nullement aussi simple que Raspail l'a décrite; car il résulte déjà des circonstances indiquées ci-dessus que chaque grain est composé d'autant de couches que l'on observe d'anneaux sur lui. On se demande, maintenant, comment ces couches ont été formées : si d'abord la plus externe existait comme une peau, et si les autres ont été formées par infiltration ; ou si le noyau est né le premier, et si ensuite les couches se sont déposées sur lui. Cette question se laisse décider *sans que l'on ait même besoin d'observer l'acte de formation des grains ;* la solution s'en trouve dans beaucoup de grains simples réunis ensemble, que l'on doit regarder comme des déviations de la règle, ou comme des monstruosités, et qui sont en faveur de l'opinion que tous les grains sont nés de dépôts successifs de couches extérieures sur les intérieures. Toutes les monstruosités s'accordent en cela que, ou plusieurs grains de même grosseur ont été formés, jusqu'à un certain point de leur développement, chacun de couches particulières, mais qu'ensuite ils ont été entourés deux à deux ou plusieurs ensemble par des couches communes; ou que, tandis qu'une couche nouvelle se dépose sur un grain déjà assez avancé, un petit grain a été entouré avec lui, etc. » Cette théorie exerce encore aujourd'hui une très grande influence sur l'opinion de beaucoup de botanistes, et cela est d'autant plus surprenant, que M. Fritzsche avoue n'avoir pas étudié *l'acte de formation des grains.*

Meyen (*Pflanzen-Physiologie*, 1837), après avoir cherché à démontrer que les grains sont composés de couches concentriques, et que par conséquent les lignes courbes que l'on y aperçoit ne sont pas des rides, des plis existant dans la membrane superficielle, comme le pensait M. Raspail, décrit l'accroissement du grain comme l'a fait M. Fritzsche. Il croit donc que les grains sont formés par le dépôt successif de nouvelles couches à la surface externe de celles qui existaient les premières.

M. Payen (*Ann. sc. nat.*, 2e sér., 1838, t. X) s'exprime d'une manière tout à fait contraire relativement à l'apparition des couches. « Il résulte, dit-il, de l'ensemble des propriétés physiques et chimiques des grains d'amidon à différents âges, et des parties inégalement agrégées de chacun d'eux, que le principe immédiat dont ils se composent est d'abord sphéroïdal, comme tout corps fluide laissé à la propre attraction de ses parties intégrantes ; il *absorbe* généralement par un seul point, quelquefois par deux, rarement par trois, *la substance amylacée.* Celle-ci s'accumule dans l'intérieur, presse contre les premières parties agrégées, les gonfle, puis est pressé à son tour par une nouvelle quantité de matière qui bientôt encore reçoit et transmet la pression d'un autre flot de la sécrétion. Ce gonflement successif produit les couches concentriques observées ; il continue tant que les circonstances extérieures laissent une souplesse suffisante aux premières couches, qui enveloppent les autres. Lorsque le développement des grains amylacés est considérable, les premières couches formées, ayant perdu leur souplesse, ne cèdent à la pression interne des dernières parties sécrétées qu'en éprouvant des ruptures, et celles-ci partent généralement du hile, où les parois amincies opposent le moins de résistance. » M. Payen (page 408) pense que le *hile* est l'orifice du conduit par lequel l'accroissement s'est opéré par intussusception. Il a démontré que la composition chimique est la même dans toute la masse du grain; que les zones concentriques ne diffèrent entre elles que par une cohésion augmentant du centre à la circonférence, et pour chacune d'elles de la paroi interne à la paroi externe (*Chim. indust.*, 1845, p. 455). Il résulte aussi de son travail que la dextrine est le produit d'une transformation de l'amidon sous l'influence de la chaleur et de divers réactifs mentionnés déjà précédemment.

Treviranus, qui ne connaissait pas le travail de M. Payen, discute (*Physiologie der Gewächse*, Bonn, 1838) les opinions de MM. Raspail et Fritzsche, et il paraît incliner vers celle de ce dernier savant, parce que les lignes concentriques du grain d'amidon enferment quelquefois plusieurs centres, dont chacun a ses couches particulières; ce qui donne la preuve, dit-il page 23, que les couches externes sont faites plus tard.

Sprengel (Mémoire de M. Quekett dans le *Pharmaceutical Journal of London*, 1843-1844, t. III) aurait eu l'occasion de voir les grains d'amidon en place dans le *Vallisneria Jacquiniana*, sans injurier la plante, et là il aurait observé que ces corps se multiplient précisément de la même manière que les champignons inférieurs, les spores des mousses et les grains du pollen, c'est-à-dire qu'une cellule donne naissance à une autre par pullulation ou division, ou bien qu'une cellule en développe trois ou quatre autres dans son intérieur. Il observa aussi ces trois modes de développement dans la chlorophylle; d'où il paraîtrait que la chlorophylle et l'amidon sembleraient de la nature des parasites ou entophytes, ou peut-être mieux comme des organismes gastriques subsidiaires, préparant les matières immédiatement appropriées pour leur nutrition.

G. Bischoff (*Formes remarquables des grains d'amidon dans la racine de la Salsepareille et dans celle de l'Hedychium Gardnerianum* Wall., *Bot. Zeit.*, 1844, 31 mai) décrit les grains géminés, ternés, quaternés, etc., aperçus déjà par Leeuwenhoek, Turpin et M. Biot, figurés par M. Payen, et qui ont donné lieu à la théorie de Sprengel. M. Bischoff les compare à une double spore, telle que l'on en voit dans les Lichens et les Champignons filamenteux. Il décrit chez l'*Hedychium Gardnerianum* des grains qui passent de la forme de massue à toutes sortes de formes singulières qui ont souvent de la ressemblance avec un champignon à chapeau, et qui laissent reconnaître tout particulièrement et avec netteté une composition stratifiée ou en forme d'écailles, chez laquelle chaque anneau principal montre de nouveau un nombre plus ou moins grand de stries extrêmement fines, parallèles et courbes.

Il me paraît certain que ces formes singulières de l'amidon de l'*Hedychium*, décrites par M. Bischoff, sont dues à des accidents produits par la résorption.

M. Schleiden (*Grundzüge*, Leipzig, 1845, p. 176) n'a d'estime que pour le travail de Fritzsche ; aussi admet-il l'accroissement centrifuge de l'amidon, c'est-à-dire par le dépôt de couches nouvelles à l'extérieur des anciennes, déposées elles-mêmes autour d'un noyau central. Il classe l'amidon d'après deux états : l'amidon amorphe et l'amidon granuleux. L'amidon amorphe fut trouvé par lui dans trois plantes : dans le *Cardamomum minus*, la Salsepareille de la Jamaïque, et dans le rhizome du *Carex arenaria*.

Un travail très remarquable par les appréciations qu'il contient, est celui de M. Julius Münter (*Ueber das Amylum der Gloriosa superba*, etc., *Bot. Zeit.*, mars, 1845). L'auteur a vu dans cette plante des grains jumeaux, triples, etc., ressemblant à ceux qui avaient été décrits par Bischoff et autres ; il a remarqué aussi des grains polyédriques et des grains ayant des faces rectilignes et des faces courbes. De l'examen de ces différentes formes, et en particulier des formes hémisphériques chez lesquelles le noyau est placé près de la surface courbe ou externe, et non près du point de contact, comme cela devrait avoir lieu si les couches venaient de l'extérieur, il déduit très logiquement : 1° que les groupes ne peuvent être nés de la juxtaposition de deux grains primitivement séparés ; 2° que la superposition des couches ne peut arriver du dehors sur chacun de ces granules réunis, puisque les couches sont plus épaisses précisément du côté des surfaces de contact. Il fait remarquer que, bien que les cellules ne soient pas complétement remplies, des groupes se forment malgré cela. On ne saurait cependant les attribuer à la pression, attendu qu'aucun indice de cette pression n'existe à leur surface. Ses observations relativement à la consistance des couches viennent confirmer celles de M. Payen, car il dit que les couches les plus voisines du centre sont les plus molles et les plus aqueuses, et moins consolidées que les externes. D'après ces diverses considérations, il admet que les couches centrales entourant le noyau sont les plus jeunes, les périphériques les plus vieilles. Pour ce qui est du mode de production des groupes, il pense qu'il n'est pas possible d'établir des observations directes à cet égard, que cependant nous devons accorder qu'un état de choses semblable à un mode de formation des cellules doit être accepté aussi pour les grains d'amidon; mais que ce mode de formation est un problème à étudier.

M. Karl Müller (*Quelques remarques sur la formation de l'amidon*, dans *Bot. Zeit.*, 12 déc. 1845) croit avoir trouvé la solution du problème de la naissance de l'amidon; car ayant reconnu que les cellules du *Chara critina* naissent dans le nucléus, et que plus tard, quand la multiplication utriculaire a cessé, l'amidon remplit le nucléus, tenant ainsi la place des cellules, l'auteur juge tout naturel de conclure que « les cellules elles-mêmes doivent s'être transformées en amidon». Un peu plus loin (page 834), M. Müller donne l'explication de cette conclusion; mais il dit d'abord : « Les cytoblastes sont ce qui se change en amidon, et cela s'accomplit seulement dans les cellules déjà parfaites. » Plus loin encore, il ajoute (page 836) : « Que maintenant dans l'intérieur du cytoblaste transformé en amidon un nouveau dépôt de cytoblastème puisse avoir lieu comme amidon dans la cavité du cytoblaste, est de même concevable. Cela me paraît comme si ce dépôt, chez le *Chara*, avait toujours lieu sous la forme de petits grains, sur quoi diverses observations sont à exécuter. »

M. Nägeli (*Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik*, von M. J. Schleiden und Nägeli, 1845, 1 Heft) annonce que, dans le *Caulerpa prolifera*, les globules d'amidon ne naissent pas immédiatement dans le contenu des utricules, mais dans de petites cellules de mucilage particulières, qui ne se colorent pas par l'iode, tandis que les granules contenus dans leur intérieur bleuissent. Ces cellules sont résorbées quand les granules d'amidon sont parfaitement formés ; ceux-ci restent alors séparés, s'ils l'étaient dans l'utricule, ou agrégés en groupes de trois ou plus, s'ils étaient pressés les uns contre les autres.

M. Unger (*Grundzüge der Anat. und Physiol.*, 1846, p. 31) est porté à croire, comme M. Fritzsche, que les couches extérieures sont déposées sur les intérieures, et il voit dans ce mode de formation l'explication de ces grains juxtaposés qui sont entourés de couches amylacées. Il considère aussi tous les grains composés comme des groupes de grains d'abord isolés.

M. Reissek (*Haidinger's Berichte über die Mittheil. der Naturwiss.*, in Vienn, 1846) admet, dans une note de quelques lignes, la nature cellulaire du grain d'amidon. Il fonde son opinion principalement sur ce que les grains de fécule, placés dans l'eau jusqu'à ce qu'ils tombent en putréfaction, perdent alors leur matière intérieure par dissolution et exosmose, de sorte que la membrane externe, qui seule résiste, se remplit d'eau, devient molle et flexible, et prend ainsi l'aspect d'un petit sac fermé de toutes parts qui représente une cellule distincte. M. Reissek conclut de là que le grain d'amidon est une cellule inachevée.

M. Quekett (*On the Developpement of Starch and Chlorophylle*, *Annals of Natural History*, 1re sér., 1846, t. XVIII) a pris pour point de départ les observations de M. Karl Müller, et il est arrivé à des résultats qui sont résumés en ces termes à la fin de l'extrait qui en a été publié au lieu indiqué : « Ainsi il paraît qu'il y a deux modes de formation de l'amidon en connexion avec le cytoblaste. Dans un cas, le cytoblaste devient une cellule munie d'un nucléus, et les grains naissent au pourtour externe ; dans l'autre, il ne devient pas une cellule munie d'un nucléus, mais il donne naissance aux grains d'amidon dans son intérieur. »

En 1847, M. Nägeli (*Zeitschrift*, etc., Zürich, 1847) résume ainsi son opinion : « Les grains d'amidon sont des vésicules, et consistent, comme les autres vésicules, en une membrane et un contenu liquide. A l'intérieur de la membrane se déposent, comme dans les cellules lignifiées, des couches concentriques. La cavité de la vésicule (le prétendu noyau) est par là réduit à un très petit trou qui est toujours rempli d'un liquide. » Au reste, M. Nägeli a constaté tous les caractères de structure et de consistance si bien étudiés par M. Payen. Quant à la naissance et à la multiplication des vésicules amylacées, il pense qu'il n'y a rien de connu. « On sait seulement, dit-il, qu'elles peuvent se former en partie librement dans la cellule et en partie à l'intérieur d'autres vésicules. » Il considère comme des groupements tout ce qui a été nommé improprement, suivant lui, *grain composé*.

L'opinion de M. Lindley (*Introduction to Botany*, London, 1848, t. I, p. 125) se résume en ces termes : « D'après cette supposition, la théorie de l'amidon serait que : 1° du mucus végétal est sécrété dans les cellules; 2° que des cytoblastes sont engendrés dans ce mucus ; et 3° que les cytoblastes, sous l'influence du pouvoir plastique de la vie, ne deviennent pas des cellules ordinaires, mais changent leur nature physique et chimique jusqu'à ce qu'ils soient finalement transformés en grains d'amidon. »

M. Hugo Mohl (*Die vegetabilische Zelle*, 1850, p. 207) s'exprime ainsi dans la première remarque : « L'observation n'a encore rien appris sur le développement de l'amidon. — Que les grains sont petits et *ronds* au commencement est décidé, et la constitution stratifiée prouve que l'accroissement ne dépend pas d'une dilatation de tous les côtés du grain originel, mais d'un dépôt successif de lames se produisant les unes après les autres. Sur la progression de la série on ne sait rien (1). On peut, comme cela est arrivé à Payen et à Münter, de la circonstance que les couches internes sont les plus molles et les plus aqueuses, tirer la conclusion que la couche la plus interne est la plus jeune ; on doit naturellement, lorsque l'on poursuit cette idée, accepter que toutes les vieilles couches se dilatent avec le dépôt de chacune de ces nouvelles couches, ou plutôt d'une nouvelle centrale, par l'accroissement du noyau se changeant en une couche ; on doit accepter aussi en même temps que plus elles sont vieilles, moins leur accroissement est uniforme, de sorte que l'excentricité du centre organique s'accroît avec la dimension du grain. On peut cependant aussi, comme font Fritzsche et Schleiden, de la circonstance que les jeunes grains sont globuleux et que les couches les plus internes d'un grain bien formé possèdent de même une figure globuleuse, tandis que les couches externes montrent une épaisseur inégale sur leurs différents côtés, et que, bien plus, quelquefois deux grains d'amidon placés près l'un de l'autre sont enfermés par des couches externes communes, tirer la conclusion opposée que la couche la plus externe est la plus jeune. » Les objections de M. Hugo Mohl peuvent paraître de la plus rigoureuse exactitude à quiconque n'a vu que la structure de certains grains d'amidon tout formés; mais quand on a suivi le développement de certains autres grains dans toutes leurs phases, quand on s'est assuré que beaucoup peuvent se multiplier par division, quand on a observé toutes les phases de cette division, il n'est plus possible d'éprouver la moindre hésitation.

---

(1) *Note de l'auteur.* — Il me semble que M. Mohl se trompe ; car, si le grain ne se dilate pas de tous les côtés, il est impossible que le dépôt successif des couches qu'il signale ait lieu dans l'intérieur du grain ; il se ferait donc à l'extérieur. Nous verrons aussi plus tard que tous les grains ne sont pas ronds dans le principe.

M. Busk (*Some Observations on the Structure of the Starch-granule*, in *Transactions of the Microscopical Society of London*, 2^e^ sér., vol. I^er^, p. 58 et suiv.) est porté à croire, de l'action de l'acide sulfurique sur diverses sortes d'amidon, que le grain est une vésicule qui a une ouverture correspondant au point central appellé *hie;* que la vésicule contient une matière floconneuse ou grumeuse, de l'amidon amorphe, qui est coloré par l'iode comme la vésicule elle-même. — Dans une note qui suit son travail, M. Busk cite des corpuscules amylacés qui existent dans la paroi de l'utricule primordiale de l'*Hydrodiction utriculatum*, et qui conduisent à l'opinion, dit-il, que l'amidon, dans ce cas au moins, etc., est déposé autour d'un noyau azoté.

M. Schacht (*Die Pflanzenzelle*, Berlin, 1852) dit, à la page 41, que l'amidon doit croître par la formation de nouvelles couches sur le côté externe de celles qui existent déjà; et il ajoute que les grains dans lesquels deux ou plusieurs granules ont été enveloppés par plusieurs couches communes en fournissent une preuve frappante. Il oppose cette preuve à l'opinion de M. Nägeli qui, comme MM. Payen et Münter, admet que la formation des couches est centripète. M. Schacht conserve cette opinion en 1855 dans son *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*, p. 58.

M. Crüger (*Contributions pour la connaissance de l'amidon*, dans *Bot. Zeit.*, 20 janv. 1854) a commencé ses recherches avec des idées préconçues, de même que M. Fritzsche, qui ne jugea pas nécessaire d'étudier le développement de l'amidon, le phénomène lui paraissant évident à la vue de ces grains composés qui ont l'aspect de deux ou plusieurs grains entourés par des couches concentriques communes. M. Crüger dit, en effet, à la page 44 : « Il était à prévoir que l'opinion de Schleiden, suivant laquelle les couches extérieures de l'amidon sont les plus jeunes, sont formées les dernières, devait répondre à la vérité, et cela se trouve ainsi. » Et plus loin : « Dans l'écrit de M. Mohl *Sur les propriétés anatomiques de la chlorophylle*, j'ai trouvé la notification sur laquelle je devais construire. » M. Mohl dit que de la chlorophylle et de l'amidon se présentent presque toujours ensemble, que de plus la chlorophylle apparaît avant l'amidon. C'est en effet à la matière verte ou au protoplasma coloré en vert ou incolore que M. Crüger attribue la formation des couches successives à l'extérieur de celles qui sont nées les premières. Tout l'amidon vient sur la couche de protoplasma qui couvre la paroi intérieure des cellules ; il y reste attaché aussi longtemps que le protoplasma existe dans la cellule. Chez toutes les espèces d'amidon chez lesquelles les couches sont nettement formées, chez lesquelles existe un noyau excentrique et distinct, on remarque que le noyau se trouve toujours sur la place la plus éloignée du point d'attache. Sur l'extrémité par laquelle le grain tient à la chlorophylle ou au protoplasma, il possède une couche de substance qui se distingue de ceux-ci et de la masse du grain d'amidon lui-même. Cette couche, la plus externe du grain d'amidon, ne se teint pas par l'iode, et elle n'est pas aussi promptement brunie ou jaunie que le protoplasma et la chlorophylle ; elle constituerait un état intermédiaire, et est appelée à cause de cela, par M. Crüger, *« substance de transition »*. Toutefois l'auteur ajoute que cette couche est quelquefois si mince, qu'on la voit seulement avec peine, et on ne la distingue que par les lignes qui paraissent sur le bord de l'amidon par la réfraction de la lumière (*sic*), ce qui a empêché de la distinguer.....; etc.

Il y a un fait certain, c'est qu'il existe, chez quelques plantes, à la base du grain à centre organique excentrique, pendant une partie de son développement, quand même il n'est plus attaché à la paroi, un peu de protoplasma vert ou incolore au milieu duquel ce grain est né; mais ce n'est assurément point lui qui forme les couches amylacées nouvelles; et je le prouverai par des faits et des arguments irrécusables tirés de l'examen d'une plante même citée par M. Crüger.

Les grains composés, suivant cet anatomiste, résulteraient de la réunion de petits grains simples par la substance de transition qu'il a cru découvrir. Je reviendrai plus tard sur cette théorie, en décrivant l'évolution de certains grains composés, et en particulier ceux du *Batatas edulis*, que l'auteur a étudiés.

M. G. J. Allman (*Remarks on the Involution Theory of the Starch Granule*, etc., in *Quarterly Journal of Microscopical Science.*, edit. by Lancaster and Busk, London, vol. II, 1854) résume ainsi les conclusions de ce travail : 1° Le grain d'amidon consiste en une série de lamelles fermées contenues les unes dans les autres, la plus interne limitant une petite cavité remplie d'amidon amorphe. 2° Les lamelles ont toutes la même composition chimique, mais les internes diffèrent de l'externe par la consistance, ou par une autre propriété physique ; 3° L'ordre de dépôt des lamelles est centripète; 4° Le grain d'amidon est une vésicule lamelleuse qui peut être comprise dans la catégorie des vraies cellules végétales, dont elle diffère toutefois non-seulement par l'absence d'un nucléus propre, mais aussi en ne présentant aucune différence chimique entre la membrane et le contenu.

Suivant M. Henfrey (*Micrographic Dictionary* by Griffith and A. Henfrey, London, 1856), le grain d'amidon est composé d'écailles concentriques d'une substance homogène, mais moins dense et plus aqueuse dans les couches intérieures, plus ferme, moins hydratée et plus résistante en proportion de la distance du point de départ de l'accroissement ou noyau. — Il semblerait que la constatation du phénomène de l'hydratation et de la mollesse plus grandes au centre eût dû porter M. Henfrey vers la théorie centripète, et pourtant il n'en est rien, comme on vient de le voir. Il se prononce nettement encore dans un autre passage de la page 612, quand il parle de l'origine des grains d'amidon. Suivant lui, il se ferait des vacuoles dans le protoplasma, et de la face interne de ces vacuoles se déposeraient les couches.

M. Th. Hartig (*Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeims*, etc., Leipzig, 1858) retrouve chez le grain d'amidon une structure qui a beaucoup d'analogie avec celle qu'il attribue à la cellule. Le grain d'amidon serait composé : 1° d'une membrane enveloppante plus externe, granuleuse; 2° d'une paroi cambiale externe, non azotée, au-dessous de la précédente; 3° des lamelles de stratification d'une bande astathe roulée en spirale, à la place de laquelle sont fréquemment des petits grains globuleux de la même substance, qui n'ont pas été réduits en lamelles par l'accroissement; 4° d'une membrane interne mince recouvrant la cavité intérieure.

Quelque singulière que puisse sembler cette théorie, je vais cependant en parler avec assez de détail, parce que les assertions de M. Hartig sont assez souvent fondées sur des faits bien observés, que je me crois obligé de signaler, et que je ne puis non plus séparer de ce que je considère comme des erreurs d'observation ou de fausses interprétations.

Nous avons vu, en parlant de la vésicule nucléaire, que la membrane externe de la cellule, suivant M. Hartig, est formée par la membrane de cette vésicule, et que les granulations contenues dans celle-ci, pendant l'accroissement du nucléus en cellule, se changent en vésicules; il y en a des petites (microphysalides) et des grandes (macrophysalides). Ces dernières, en doublant la vésicule nucléaire, auraient formé la membrane interne de l'utricule, et c'est à l'extérieur de cette membrane interne, entre elle et la membrane externe, que se développent les microphysalides qui deviennent des grains de chlorophylle, d'amidon, d'aleurone ou les éléments de la substance de cellulose.

La pellicule la plus externe du grain d'amidon serait une de ces microphysalides contenant ou non de la chlorophylle. Elle peut contenir plusieurs grains amylacés et quelquefois même un grand nombre, et autour de chacun d'eux existe une pareille membrane.

Si l'on ne trouve pas autour de tous les grains d'amidon cette pellicule qui ne bleuit pas par l'iode, c'est qu'elle reste en arrière dans les cellules, quand celles-ci sont coupées ou écrasées pour obtenir l'amidon (ex., le haricot mûr et desséché), ce qu'il faut attribuer à la contraction de la substance amylacée, et aussi à l'adhérence de la vésicule avec les granules de mucus et du liquide desséché (page 86).

Cette opinion, que je crois erronée en ce qui concerne le haricot, est néanmoins fondée sur une observation très délicate. Il existe là (dans le haricot desséché) une mince membrane qui tapisse la cavité qu'occupait chaque grain d'amidon au milieu du contenu de la cellule; mais cette membrane n'est point la microphysalide dans laquelle s'est développé l'amidon. C'est une pellicule engendrée par le liquide organique de la cellule. Je montrerai plus loin que la vésicule primitivement verte dans laquelle est né l'amidon persiste à l'entour du grain qu'elle n'a point quitté, ainsi que le croit M. Hartig, qui a été induit en erreur par des apparences.

La bande astathe forme la masse principale du grain d'amidon; elle est souvent si développée qu'elle remplit complétement l'espace intérieur. Comme chez la cellule, les couches de cette substance seraient roulées en spirale, ou disposées en anneaux autour de la cavité. Cette astathe est limitée à l'extérieur par une paroi cambiale, et à l'intérieur par une couche différente de ses voisines par sa structure et son plissement. Comme la paroi cellulaire, la substance du grain d'amidon peut aussi être traversée par des pores.

M. Hartig a bien apprécié la nature de ces grains d'amidon qui ont suggéré la théorie de Fritzsche, c'est-à-dire de ces grains qui semblent formés de deux ou plusieurs plus petits et enveloppés par une série de couches déposées à leur surface. Il les compare à ces cellules épidermiques recouvertes par des couches communes appartenant à la paroi de la cellule mère. De ce phénomène,

M. Hartig déduit avec beaucoup de raison que le développement du grain d'amidon est analogue à celui des cellules.

Il a reconnu aussi que chez beaucoup de grains d'amidon les couches sont souvent incomplètes, qu'elles forment des sortes de ménisques qui se recouvrent comme des verres de montre superposés. Les grains d'amidon, dans le fruit de la Pomme de terre, lui rappellent l'image d'une cellule fibreuse annelée, courte et fusiforme, qu'il compare aux cellules du corps ligneux des *Mamillaria*.

Ce qui précède se rapporte surtout aux grains d'amidon à structure stratifiée ; mais il est des grains qui, suivant M. Hartig, ont une constitution toute différente, bien qu'ils aient une origine semblable. La substance de leur astathe, au lieu de se disposer en couches concentriques, forme de nombreux petits granules qui remplissent toute leur cavité. M. Hartig croit avoir trouvé dans les Graminées la transition de ces grains à structure granuleuse aux grains à structure stratifiée. Je vais citer ce passage, parce qu'il montre que ce savant, qui a bien vu une partie des phénomènes qu'il décrit, ne connaît pas du tout l'origine de ces grains composés en apparence identiques.

Il s'exprime à peu près en ces termes à la page 89 : « Dans l'amidon des semences du *Triticum* et du *Secale*, la stratification est distincte ; chez celui de l'*Hordeum*, elle est à peine apparente ; dans l'*Elymus dasystachys*, on reconnaît une stratification et une cavité interne encore très nettement ; chez la plupart des espèces du dernier genre, la stratification et la cavité ont disparu ; la masse amylacée tout entière est sans structure ; dans l'*Elymus dauricus*, la première trace de granulation apparaît, laquelle est plus parfaite chez le *Lolium*. Nous trouvons la plus fine granulation de la masse amylacée dans les semences des Agrostidées, etc. » Il a vu les mêmes grains granuleux dans les Nymphéacées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Nyctaginées. Une même plante, le *Cenchrus echinoides*, lui a donné tous les degrés de développement dans une même semence. Nous verrons, par la suite, que M. Hartig a confondu des phénomènes très distincts.

Cet observateur a remarqué qu'il est des grains plus compliqués encore que les précédents. Il les a étudiés surtout dans les semences de l'avoine, dans lesquelles il croit avoir reconnu , car il avoue n'avoir pas étudié le développement, que les granules secondaires ou grains partiels se multiplient aussi par division. Il pense aussi avoir trouvé dans ces grains partiels des petits globules (*pilœ*) qui auraient des propriétés analogues à celles du nucléus des cellules. C'est surtout la division qu'il a observée chez l'amidon des *Avena*, et qui existe réellement, qui l'a porté à conclure que tous les grains d'amidon composés se forment de la même manière (page 93). Il a pris aussi pour des grains composés ces agglomérations que j'ai signalées autour de ces singuliers corps que présentent les cellules de l'albumen du *Sparganium* (pl. 2, fig. 67).

L'amidon, d'après M. Hartig, naît dans l'intérieur du nucléus, ou bien il se forme dans la microphysalide verte de la chlorophylle, après que celle-ci est sortie du nucléus. Au reste, cette microphysalide et le grain d'amidon auraient l'une et l'autre pour origine un corpuscule de la substance nucléaire, ainsi que nous l'avons vu déjà en parlant du nucléus. Mais ce que dit M. Hartig dans cette première circonstance, et ce qu'il décrit ici, ne me paraît pas concorder parfaitement. En effet, dans le premier cas, l'auteur admet que les microphysalides, qui constituent les grains de chlorophylle, d'amidon, d'aleurone, etc., se développent dans la cavité du ptychode, c'est-à-dire entre les deux membranes qui limitent à l'extérieur et à l'intérieur la paroi de la cellule; tandis qu'ici, à la page 96 de son travail, il fait naître la chlorophylle et l'amidon dans le nucléus, d'où ils se répandent dans la cavité cellulaire. — Passons outre, et bornons-nous à le suivre quelques instants encore, en admettant avec lui pour un moment cette dernière interprétation.

Les grains d'amidon résultent donc de la transformation des corpuscules de la substance nucléaire qui, par leur accroissement et leur division subséquente, deviennent doubles, triples, quadruples, multiples, dans l'intérieur du nucléus. Ils forment ainsi des grains d'amidon toujours composés dans le principe, et qui sortent du nucléus à cet état. Les granules partiels qui les constituent s'isolent ensuite, et s'accroissent alors séparément hors de la vésicule nucléaire. Ordinairement la division des corpuscules simples qui produisent ces grains multiples est achevée dans le nucléus ; cependant il arrive, et l'amidon d'avoine en fournit un exemple, que la division se continue hors du nucléus. Il résulte de ce qui précède que la forme composée est l'état de jeunesse des grains d'amidon, et que ce n'est que par exception que ces grains persistent dans leur état de composition (page 97).

M. Hartig ne connaît que trois cas, chez lesquels les grains d'amidon soient simples à toutes les phases de leur développement : ce sont ceux du *Vicia Faba*, du ***Quercus*** et de l'*Æsculus*, et encore l'auteur n'est-il pas certain que, dans le ***Quercus***, un état intermédiaire ne lui ait échappé.

Il me reste à parler d'un ouvrage que vient de publier M. Nägeli ; il est intitulé : *Les grains d'amidon* (*Die Stärkekörner*, Zürich, 1858). Ce travail comprend deux parties bien distinctes, l'une pratique, l'autre théorique ; mais, comme la théorie se mêle toujours beaucoup à la pratique, et que d'ailleurs l'auteur traite plusieurs fois des mêmes questions dans des chapitres différents, je ne puis suivre dans cet extrait la marche qu'il a observée. Je vais essayer de faire connaître ses idées principales en suivant l'ordre du développement du grain d'amidon.

Suivant M. Nägeli, l'amidon se présente dans les plantes presque exclusivement sous la forme de grains (il aurait pu dire exclusivement, attendu qu'il ne parle pas de l'amidon amorphe dans les cellules, que, du reste, il n'admet pas, ainsi que cela résulte de mes conversations avec lui), et toujours au commencement sous la forme de grains simples (page 1). Ceux-ci peuvent rester tels ou devenir composés. Ces derniers sont formés de plusieurs ou de beaucoup de grains partiels, que l'auteur appelle *grains de cassure*. Les grains composés ont deux origines. Ou ils naissent par la division d'un grain simple : ce sont les *grains composés vrais ;* ou ils résultent de la réunion de plusieurs grains simples nés dans une même vésicule, et accolés les uns aux autres par pression : ce sont les *grains composés faux*. M. Nägeli appelle *grains demi-composés* ceux qui ont suggéré la théorie de Fritzsche, c'est-à-dire ces grains dans lesquels plusieurs autres de petite dimension semblent enveloppés par des couches qui, d'après M. Fritzsche, se seraient déposées à l'entour.

Les grains composés vrais existent dans les semences de bon nombre de Graminées, les Zingibéracées, les Commélinées, les Pipéracées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Portulacées, les Caryophyllées et les *Mesembryanthemum*. Je dois dire tout de suite que M. Nägeli est à cet égard tombé dans la même erreur que M. Hartig. La plupart des grains qu'il considère comme composés ne le sont pas; ce sont des grains multiples ou agrégés. Comme il n'a pas observé les conditions anatomiques de la naissance des grains d'amidon, bien qu'il parle beaucoup de cette naissance, M. Nägeli n'a pu toujours distinguer les grains composés des grains agrégés. Mais il a bien observé la formation de ceux qu'il nomme faux composés, dans des vésicules de chlorophylle ou dans des vésicules incolores.

Voyons d'abord comment M. Nägeli comprend la naissance des grains d'amidon simples; nous le suivrons ensuite dans la description des modifications que subit le grain pendant son accroissement.

« Nous pouvons, dit-il à la page 295, imaginer la naissance de l'amidon de deux manières : ou l'amidon est formé dans le liquide et se dépose à l'état insoluble, quand la solution est à un certain degré de concentration ; ou une substance organique en solution est transformée en amidon insoluble. »

M. Nägeli ajoute que l'on ne peut rien décider à cet égard, bien que la dernière opinion lui paraisse presque vraisemblable.

Que l'on adopte l'une ou l'autre opinion, reprend-il, on peut désigner le moment où le changement arrive, c'est-à-dire le moment de la précipitation, comme le degré d'activité de la solution. Quand ce degré d'activité est atteint pour la première fois, il se sépare des formations solides comme dans la cristallisation. Une fois que ces formations ont commencé, elles attirent la substance en dissolution.

Deux cas peuvent alors se présenter : ou la production de l'amidon dans le liquide est faible, et alors il est pris par les grains existants à mesure qu'il se forme (dans ce cas, on trouve dans les cellules des grains de même âge et de même grosseur, ou seulement un gros grain dans chaque cellule); ou bien la production de l'amidon dépassant la quantité nécessaire à la nutrition des grains qui existent déjà, la solution atteint son degré d'activité, et un nouveau dépôt de petits grains a lieu. Cette production de nouveaux grains peut arriver une fois, ou se répéter périodiquement ou continuellement. C'est à cause de cela que l'on a, à côté les uns des autres, des grains de diverses dimensions. Cependant l'inégalité de l'accroissement efface aisément les différences de la dimension originelle.

On peut voir déjà et l'on reconnaîtra également par ce qui suit, que, bien que M. Nägeli admette comme presque vraisemblable la non-existence de l'amidon tout formé dans la solution, il parle cependant comme s'il y existait réellement; c'est qu'en effet cette manière de voir est plus favorable à sa théorie. Suivons-le maintenant dans l'exposition de cette théorie sur la production des premiers dépôts d'amidon insoluble, c'est-à-dire du commencement des grains.

(Page 366.) Quand la dissolution présente les conditions favorables à la formation de l'amidon solide, les atomes se réunissent, se placent à côté les uns des autres, et forment une molécule ou groupe de molécules, qui s'entoure d'*une enveloppe d'eau* et d'une atmosphère de dissolution plus dense. Dans cette dissolution se forment de nouvelles molécules qui se déposent autour de la première. Ce dépôt est favorisé par les courants qui ont lieu dans toutes les directions dans le liquide, et qui favorisent la réunion des atomes. Il résulte de ce dépôt successif de molécules un corps poreux qui est pénétré par la solution (page 368). Celle-ci, introduite par des courants du liquide, qui augmentent peu à peu avec la dimension des grains, apporte de la substance amylacée et de l'eau pour l'accroissement des particules existantes et la formation de nouvelles molécules (page 369). A cette époque, c'est-à-dire quand il s'établit dans l'intérieur des grains des courants suivant le rayon, les courants qui existaient au commencement dans le liquide dans toutes les directions, et qui favorisaient le dépôt des molécules autour des premières déposées, cessent peu à peu à mesure que le courant radial devient plus prononcé. Les mouvements des atomes autour du grain prennent donc de plus en plus une direction perpendiculaire à sa surface ; et, quand ces atomes se réunissent à l'extérieur du grain en molécules (1), ces dernières sont apportées dans l'intérieur par les courants avec les atomes en dissolution.

La forme des particules est d'abord globuleuse, mais elle change bientôt (page 367) ; elle s'allonge suivant le rayon, parce que le dépôt d'atomes solides doit se répéter beaucoup plus souvent sur le côté externe et sur l'interne. La disposition radiale entraîne aussi un arrangement concentrique des particules, et une forme globuleuse des jeunes grains ; car ceux-ci, sans exception, sont sphériques dans les plus petits états accessibles à l'œil armé d'instruments grossissants.

Je ne discuterai pas les théories, mais seulement les questions de fait qui ne seront pas d'accord avec l'observation. Ici, par exemple, l'observation contredit l'assertion de M. Nägeli. Il n'est pas vrai que toujours les jeunes grains d'amidon soient globuleux. Quand ils naissent directement de l'utricule protoplasmique (la pellicule protoplasmique externe dite utricule primordiale), ils ne sont jamais ou presque jamais globuleux ; ils sont le plus souvent à peu près fusiformes (*Phaseolus*, etc., etc.).

Telle est la manière dont le grain d'amidon naîtrait suivant M. Nägeli. On voit que ce savant ne tient guère compte dans ce phénomène que des forces physiques connues. Aussi compare-t-il (page 296) le grain d'amidon à un cristal de substance minérale, dont il ne différerait qu'en ce que ce dernier est impénétrable à la solution saline, et, à cause de cela, il s'accroît par la superposition des couches nouvelles; tandis que le grain d'amidon est pénétré par la solution qui dépose dans son intérieur de la matière amylacée solide et de l'eau. Il est vrai que ce caractère est capital, mais il faudrait dans cette introduction du liquide autre chose que ce que M. Nägeli semble y trouver, savoir, un simple phénomène d'endosmose, ainsi que le prouve la note ci-jointe qui montre aussi combien est abusive l'invocation de ces phénomènes osmiques pour l'interprétation des faits physiologiques (1).

---

(1) *Note de l'auteur.* — Il est bien clair ici que M. Nägeli admet que les molécules amylacées naissent dans le liquide et non toujours dans le grain. S'il en était ainsi, on devrait les découvrir par l'iode. On ne les y découvre pas, c'est apparemment qu'elles n'y sont pas. Sa seconde hypothèse n'est pas plus fondée en ce qui concerne le commencement du grain d'amidon, parce que ce n'est pas par des molécules amylacées que commence le grain d'amidon ; il débute par une substance qui ne bleuit pas par l'iode.

Voici maintenant quels sont les phénomènes qui résultent du dépôt intérieur de cet amidon solide.

Puisque tous les phénomènes de l'accroissement montrent des directions concentriques et radiales, les particules doivent être ordonnées en couches moléculaires concentriques et aussi par rangées de molécules radiales. Le dépôt intérieur des nouvelles à l'usage de l'accroissement a lieu à cause de cela pareillement, de manière que les couches entières ou séries de molécules sont intercalées là où il y a le moins de résistance (page 289). Mais le liquide ne nourrit pas simultanément et également toutes les couches de molécules; il avance de couche en couche en déposant de nouvelles particules dans chacune. A cause de cela sa concentration diminue quand il arrive plus près du centre (page 290). Aussitôt que la tension dans laquelle se trouvent les couches moléculaires, en conséquence de l'accroissement, a atteint un certain degré, elles se séparent les unes des autres et de nouvelles couches sont déposées entre elles.

---

(1) M. Nägeli s'exprime ainsi à la page 297 :

« Des phénomènes diosmotiques des membranes cellulaires des plantes, j'ai tiré plus haut (p. 196) la conclusion que les grains d'amidon, analogues en composition chimique, reçoivent d'une solution de sucre plus d'eau et moins de substance. Il est vraisemblable aussi que les solutions des autres hydrates de carbone se comportent de même. *Alors la lessive-mère pénétrant le grain d'amidon serait un peu moins concentrée que celle qui l'environne. Cela ne change cependant rien aux résultats, parce qu'à l'intérieur de la substance solide les conditions pour la formation de l'amidon sont remplies plus promptement qu'à la surface des grains, et à cause de cela le dépôt intérieur a lieu à une concentration déterminée, tandis qu'à une concentration plus forte le dépôt externe est encore impossible.* » Cette citation prouve une fois de plus combien les auteurs sont ingénieux à trouver des explications pour les faits qui sont en contradiction avec leurs théories.

Je ne suivrai pas plus loin l'auteur dans ses considérations sur les causes de l'accroissement moléculaire, je vais examiner ce qu'il dit de la constitution anatomique des grains d'amidon à divers âges, et des changements que l'on peut découvrir dans leur intérieur par l'observation directe.

M. Nägeli admet donc à l'origine du grain, d'abord un dépôt de molécules *par superposition*, et ensuite un dépôt de nouvelles molécules à l'intérieur du jeune grain, dans lequel elles s'ordonnent en séries rayonnantes et en couches concentriques de molécules, qui accroissent et multiplient les couches concentriques susceptibles d'être observées et dont je vais m'occuper maintenant.

Mais, avant d'aller plus loin, il me paraît indispensable de dire ce que M. Nägeli entend par *grain* d'amidon; car il paraît attacher beaucoup d'importance à cette dénomination, puisqu'il la préfère à celle de vésicule amylacée qu'il employait autrefois et qu'il abandonne, en motivant ainsi son changement d'opinion (page 216) : « ... D'autre part, je croyais que les grains d'amidon possédaient une cavité dans leur intérieur, à la vérité souvent de l'étendue d'un point. Je suivais en cela l'opinion de Schleiden..... J'avais observé des grains avec une grande cavité distincte dans des tissus frais, où une dessiccation anticipée ne pouvait être admise. Aujourd'hui je sais positivement que ce sont des formes d'une dissolution qui arrive rarement, et que l'espace creux, apparent dans les autres grains, est rempli avec une substance réelle, quoique très aqueuse. Cette substance se conduit sous tous les rapports comme les couches molles, et lorsqu'on réussit à enlever des grains d'amidon, *par la salive*, toute la granulose (*amylum*) jusque sur le noyau, on reconnaît que celui-ci se compose de substance (sous-entendu solide) et se colore en bleu par l'iode. »

Je ne partage pas du tout l'opinion de M. Nägeli. Le grain d'amidon est bien réellement une vésicule, chez laquelle on observe beaucoup des propriétés de la cellule, et souvent on aperçoit dans son intérieur, et avec beaucoup plus de netteté que dans l'utricule proprement dite, des phénomènes que la plupart des anatomistes croient l'attribut de la cellule. Au reste, je vais montrer tout à l'heure combien M. Nägeli est embarrassé en présence des faits quand il veut définir son noyau solide plus ou moins mou.

Tous les grains d'amidon sont donc globuleux dans le principe et formés d'une substance compacte homogène, suivant cet anatomiste (page 230). Un peu plus tard, un noyau globuleux et mou se sépare et s'accroît peu à peu. A mesure qu'il grossit, il se partage concentriquement en un nouveau noyau sphérique, en une couche dense qui l'enveloppe immédiatement, et en une autre couche plus externe, mais molle, placée sous l'écorce ou la couche superficielle et la plus solide du grain. Cette exfoliation du noyau peut se répéter une ou plusieurs fois. Alors apparaît un phénomène que j'ai le premier signalé dans l'accroissement des membranes cellulaires. L'écorce et les couches nouvellement nées s'épaississent, puis alors elles se fendent concentriquement plusieurs fois. De la fente de chacune d'elles il résulte ordinairement deux couches plus denses et une couche plus molle entre elles (1), plus rarement il se fait une couche dense entre deux molles. Cette multiplication des couches se continue de la circonférence vers le centre.

Quand un certain nombre de couches se sont ainsi développées, un nouveau changement survient dans leur intérieur : elles acquièrent plus de densité. Cette modification, qui s'aperçoit surtout dans les couches molles, se propage aussi de la circonférence au centre.

---

(1) *Note de l'auteur.* — Dans mon *Mémoire sur les formations secondaires dans les cellules végétales*, etc. (*Ann. des sc. nat.*, 4ᵉ série, 1854, t. II), j'ai dit que les membranes des cellules végétales s'accroissent par intussusception ; j'ai cité des exemples chez lesquels ces membranes s'épaississent, puis se dédoublent sur des étendues plus ou moins considérables, de manière qu'entre les deux membranes résultant de ce dédoublement une substance molle, quelquefois liquide (dans certaines spiricules) est interposée, etc. La sécrétion de membranes par celles qui existent est l'idée fondamentale de ce travail, idée qui est aussi représentée par beaucoup de figures. Mais, en exposant ces faits, je n'ai pas voulu dire que toutes les couches secondaires fussent produites par l'un des modes que j'ai indiqués. J'ai pour habitude de ne conclure que pour les faits que je signale.

Le noyau n'est pas toujours de même forme ; il est ou globuleux, ou lenticulaire, ou allongé (page 231).

Quand il est globuleux, les grains croissent quelquefois également de tous les côtés et conservent ainsi leur forme sphérique originelle. Mais très souvent les grains à noyau globuleux prennent une structure excentrique et s'éloignent de la forme globuleuse. C'est qu'à une certaine distance du noyau les couches croissent plus d'un côté que de l'autre et toutes dans la même direction ; elles se fendent ensuite seulement du côté le plus épaissi ; et dans ces fentes se montrent des couches nécessairement unilatérales ou incomplètes comme la fente, qui forment des sortes de ménisques. De là l'excentricité du noyau et l'allongement du grain.

Ce double changement de l'accroissement et de la forme augmente avec l'âge. Cependant il arrive quelquefois que plus tard cette irrégularité de la forme disparaît, de manière que des grains qui s'étaient d'abord allongées se rapprochent de la forme globuleuse. Il y a donc, d'après cela, deux périodes dans l'accroissement de ces grains simples : pendant l'une, le grain s'allonge ; pendant l'autre, il s'épaissit dans le sens opposé.

Bien que M. Nägeli distingue des noyaux globuleux, des lenticulaires et des allongés, et qu'il indique à la page 232 l'accroissement particulier des grains qui présentent les noyaux lenticulaires et allongés, il dit plus loin que ces deux dernières sortes de noyaux n'existent pas en réalité, que ce sont des composés de couches inégalement épaissies autour d'un noyau globuleux (pages 232 et 251) *qui est quelquefois invisible. Il est vrai*, dit-il, *que ces composés de couches ne laissent apercevoir aucune trace.* Cette opinion est fondée (c'est lui qui parle) sur ce que la stratification n'est pas toujours apparente, et que tous les grains d'amidon ont un noyau globuleux (page 252).

Ces contradictions montrent que M. Nägeli est incertain sur la nature de son noyau. Je signalerai des grains dans lesquels ces prétendus noyaux allongés et lenticulaires sont des cavités réelles et faciles à reconnaître (telles que celles qui sont représentées à la planche 9 par les figures 9, 52 à 82 en *c*, etc., à la planche 11, par les figures 12 et 23). Je reviendrai plus tard sur certains passages de son livre, qui prouvent mieux encore son incertitude à cet égard.

Je viens de montrer comment M. Nägeli considère la formation et l'accroissement des grains d'amidon. Il me reste, pour terminer ce résumé déjà très long, à indiquer son opinion sur l'origine des grains partiels, soit dans les grains demi-composés, soit dans les grains composés.

Ces grains partiels résultent de la division du noyau, qui peut se répéter plusieurs fois de manière à produire jusqu'à 30 et 40 grains partiels. Voici comment s'effectuerait cette division du noyau. « Il est vraisemblable, dit l'auteur à la page 224, que la formation a lieu à l'intérieur de la couche moléculaire concentrique la plus interne. Là se trouve un groupe de très petites particules qui, normalement et à la faveur d'un dépôt de nouvelles particules, sépare toujours sa partie externe comme une couche moléculaire concentrique et sa partie interne comme un nouveau groupe central (c'est l'exfoliation du noyau). Mais la force moléculaire ne serait pas simplement répartie autour d'un centre commun, elle existerait aussi autour de deux points en dehors de celui-ci. Dans des circonstances favorables, ces deux derniers summum de forces surpassent le premier. Alors se forment, au lieu d'une couche moléculaire concentrique, deux couches moléculaires excentriques qui peut-être s'intersectent, et à cause de cela sont encore incomplètes. Alors elles représentent ensemble une couche étranglée plus ou moins dans le milieu, laquelle couche enveloppe un groupe moléculaire central de même figure. De ce dernier se forme de nouveau une couche moléculaire et un groupe qui tous deux sont étranglés plus profondément, et cela continue jusqu'à ce qu'il en naisse deux globules séparés. Il y a à cette époque dans l'intérieur du noyau, au lieu d'un groupe moléculaire central, deux tels groupes, l'un à droite, l'autre à gauche du centre de couches originel, entourés chacun par une couche moléculaire globuleuse. » Tous les grains partiels ne se développent pas ainsi. Il en est qui naissent entre les couches (pages 253, 325 et 326). Cela a lieu quand l'une d'elles s'épaissit beaucoup et qu'au milieu de cet épaississement se forme un corps à peu près demi-globuleux dont un noyau mou se sépare un peu plus tard. Autour de ce noyau, comme autour de ceux qui résultent de la division du noyau normal que je viens de décrire, l'accroissement se fait ensuite comme chez les grains simples.

Quand les grains partiels qui naissent de la division du noyau sont arrivés à un certain développement, on les trouve séparés par une fente qui naît ainsi (page 225) : « Pendant la division du noyau, une couche très aqueuse sépare de bonne heure l'une de l'autre les deux moitiés de la masse ovale, qui représente le noyau originel, et enveloppe les deux noyaux. Cette couche très aqueuse se montre plus tard comme une fente qui contient seulement de l'eau.

Une semblable fente apparaît aussi entre le grain partiel né entre les couches, et les couches intérieures sur lesquelles ce grain est appliqué par sa face déprimée. Ces fentes, formées d'abord en quelque sorte normalement, s'étendent à travers les couches externes enveloppantes en les déchirant. Elles atteignent d'autant plus aisément la surface que ces couches enveloppantes sont plus minces. *A cause de cela les grains dans lesquels des grains partiels naissent seulement tard, demeurent toute la vie demi-composés, tandis que ceux dont le noyau se divise de bonne heure, ou qui produisent des grains partiels près de la surface, se changent bientôt en grains composés* (page 326).

C'est à cela que se borne tout ce que dit M. Nägeli de l'origine des grains composés, sur l'accroissement desquels peu de chose est connu, ajoute-t-il à la page 327. Pour toute preuve qu'il en est bien ainsi, nous trouvons aux pages 222 et 223 : 1° que dans la tige de l'*Isoetes* des grains simples se changent en grains composés, parce qu'en eux des lignes de séparation deviennent visibles ; 2° que l'on voit souvent, là où naissent des grains composés, des états divers, savoir : des grains simples avec un noyau central, d'autres avec deux noyaux et une ligne de séparation très mince, et enfin des grains doubles avec une fente distincte; 3° que l'on observe tous les passages possibles entre les grains simples et les grains composés, quand les fentes traversent une partie plus ou moins grande de la substance. — C'est sans doute, comme on en peut juger par ce qui précède, l'apparition de ces fentes, qui a déterminé M. Nägeli à nommer *grains de cassure* (*Bruchkörner*), les grains partiels ou granules constituants des grains composés. Si M. Nägeli eût aperçu ce qui se passe à l'intérieur de certains grains d'amidon de l'*Iris florentina*, par exemple, ou des *Chelidonium majus* et *quercifolium*, etc., il se serait fait du grain d'amidon une idée tout autre que celle qu'il soutient. Il aurait reconnu que ce grain n'est pas entièrement compacte, qu'il renferme une partie liquide, que l'on peut voir se déplacer sous ses yeux dans certains grains vivants, et divers phénomènes dont je parlerai plus loin; en un mot, qu'il est une vésicule qui a son protoplasma organisé et organisateur comme la cellule proprement dite.

Relativement aux conditions anatomiques de la naissance des grains d'amidon en général, M. Nägeli n'a aucune donnée fournie par l'observation. La lecture du chapitre suivant montrera que ce qu'il appelle grains composés dans les Phytolaccées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Portulacées, les Caryophyllées, etc., ne sont pas de vrais grains composés, attendu qu'ils ont une origine toute différente de celle qu'il leur attribue.

De la naissance de l'amidon.

On a jusqu'à ce jour, ainsi que le prouve le résumé historique qui précède, fréquemment étudié l'amidon, décrit sa structure, et, par son organisation, cherché à expliquer son accroissement; mais, en réalité, on a fait peu d'efforts pour remonter à son origine; aussi n'avons-nous guère que des hypothèses sur ce point important de son histoire. Ce n'est donc pas sans quelque raison que M. Hugo Mohl disait en 1850 que « l'observation n'a encore rien appris sur le développement de l'amidon. »

Les recherches que je poursuis depuis longtemps sur cet intéressant phénomène m'ont amené à la conclusion que l'amidon naît dans les mêmes circonstances que la chlorophylle et diverses sortes de vésicules dont j'ai parlé plus haut. Or, j'ai dit, et il n'est pas inutile de rappeler un fait fondamental, que les cellules, à leur début, sont remplies de protoplasma plus ou moins granuleux (pl. 7, fig. 1) ou homogène (pl. 1, fig. 1 et 3), qui, ne pouvant s'étendre aussi vite qu'elles, se répartit en une couche d'épaisseur variable au pourtour interne de la cellule (pl. 7, fig. 2, 5, 6, 45, 57, etc.) enveloppant ou non le nucléus, quand il existe déjà. Ce protoplasma s'étend quelquefois en filaments qui, de la surface du nucléus, vont dans toutes les directions se terminer à la périphérie de la cellule en s'anastomosant entre eux (pl. 1, fig. 10; pl. 8, fig. 43). C'est le protoplasma ainsi distribué qui donne le plus souvent naissance à l'amidon. Celui-ci, en effet, apparaît : 1° soit dans ce protoplasma, 2° soit à la surface du nucléus, 3° soit, mais plus rarement, dans l'intérieur du nucléus.

Le premier cas est le plus fréquent, et il présente des modifications dont voici les principales :

Dans les cellules de l'albumen de certaines plantes, la couche protoplasmique est assez épaisse (pl. 7, fig. 2); elle éprouve même une sorte de végétation, parfois très sensible, qui l'accroît encore. J'ai surtout remarqué ce dernier phénomène dans les cellules de l'endosperme du *Mirabilis Jalapa* (pl. 9, fig. 1 et 2). Elle est transformée par là (dans le *Mirabilis*) presque entièrement, sinon tout à fait, en granules d'une extrême ténuité, qui ne bleuissent pas d'abord par l'iode, mais qui, sous l'influence de ce réactif, deviennent un peu plus tard d'une belle teinte indigo. Ces granules conservent toujours leur petitesse extrême. Ce sont eux qui sont représentés à leur parfait développement par la figure 3 de la planche 9, sous un grossissement de 380 diamètres.

Dans l'albumen du *Melica altissima*, les cellules sont dans le principe remplies d'un protoplasma granuleux, au milieu duquel est un noyau plus ou moins volumineux (pl. 7, fig. 1, *n*). Pendant l'extension de la cellule, le protoplasma suit la membrane utriculaire, et laisse le noyau libre dans le centre de la cellule (pl. 7, fig. 2, *n*). A une phase ultérieure, le protoplasma granuleux est remplacé par de plus gros grains, qui ont la même disposition que lui au pourtour de la cellule (pl. 7, fig. 3). Les premiers granules jaunissaient par l'iode, les derniers au contraire se colorent en bleu. Ces granules amylacés grossissent peu à peu, et remplissent à la fin la cellule (pl. 7, fig. 4). Le noyau protoplasmique, à cette époque, conserve encore l'aspect homogène qu'il avait dans les cellules plus jeunes. Je n'ai pas noté ce qu'il devient plus tard.

Lorsque la couche de protoplasma est moins développée, elle produit ordinairement des granules qui se dispersent de bonne heure dans la cavité utriculaire, où ils continuent leur accroissement. Dans les cellules de l'albumen du *Scirpus sylvestris*, par exemple, la couche protoplasmique est beaucoup moins épaisse que dans le *Mirabilis Jalapa* ou dans le *Melica altissima*. Elle est beaucoup plus réduite encore dans les cellules des jeunes rhizomes du *Bletia Galeottiana*, ou dans celles des tubercules naissants du *Solanum tuberosum*, au moment de l'apparition des premières granulations. La figure 17, planche 7, montre de très jeunes cellules *a*, *a* de la couche génératrice de la pomme de terre naissante, dont le protoplasma est déjà réduit aux granulations qui jaunissent sous l'influence de l'iode ; dans les cellules *b*, *b*, au contraire, ce pourtour est occupé par de plus gros grains qui se colorent en bleu par l'iode. La figure 18 représente une cellule plus âgée, qui est complétement entourée par de jeunes grains d'amidon. Je dois prévenir à cet égard que les grains s'éloignant aisément de la paroi cellulaire sous l'influence de la pression, je n'ai obtenu qu'assez rarement une disposition aussi régulière.

La figure 5 de la planche 7 est l'image d'une cellule de l'albumen du *Scirpus sylvaticus* entourée de la couche protoplasmique *p*, qui, dans la figure 6, est aussi remplacée par de très fines granulations jaunissant par l'iode, tandis qu'au pourtour de la figure 7 sont des grains plus gros qui se colorent en bleu. Je ferai observer qu'ici le nucléus *n* est entouré par des grains semblables, ce qui n'existait pas dans les cellules du *Melica altissima* (pl. 7, fig. 3). La figure 8, planche 7, représente trois cellules d'un très jeune rhizome du *Bletia Galeottiana :* dans la plus jeune *A*, le pourtour de la cavité est garni d'une rangée de très petits granules ; dans la cellule *B*, ces granules sont plus multipliés, et les premiers nés se dispersent dans l'intérieur de l'utricule ; dans la cellule *C*, les grains sont plus gros et répandus dans toute la cavité. Ces derniers sont pour la plupart de nature amylacée. Dans les cellules du *Bletia Galeottiana*, il semblait bien que ce fussent les granulations développées auprès de l'utricule protoplasmique qui se changeassent en amidon ; mais généralement toutes les granulations qui existent au pourtour de la cellule, comme dans les cellules du *Melica* cité (pl. 7, fig. 1 et 2), ou dans celles de la pomme de terre (en *a*, fig. 17), ne deviennent pas de l'amidon. C'est seulement une partie des granules visibles qui subissent cette transformation.

Les cellules de l'albumen du *Festuca unioloides* Kth présentent une modification de la naissance de l'amidon fort importante à noter, en ce qu'elles montrent bien, sur des points particuliers de la couche protoplasmique périphérique, la nature de la végétation spéciale que j'ai signalée surtout dans le *Mirabilis Jalapa*. Dans cette dernière plante, cette végétation spéciale paraît propre à toute la couche protoplasmique ; dans le *Festuca*, au contraire, elle est limitée à quelques points de cette couche. Il en résulte que, dans le *Festuca*, la naissance de l'amidon se présente sous deux aspects : d'abord avec l'apparence qu'elle a dans le *Melica*, etc., c'est-à-dire que des grains isolés naissent de la couche protoplasmique, et de plus que des globules protoplasmiques, beaucoup plus gros que les granulations précédentes, croissent en donnant naissance à des granules amylacés dans leur intérieur.

La figure 20, planche 7, représente deux jeunes cellules de l'albumen de ce *Festuca*. Dans l'une, *A*, le protoplasma granuleux la remplit encore complétement ; il entoure un nucléus irrégulièrement ovoïde qui était d'une substance jaunâtre, et ne paraissait pas entouré par une membrane. Dans l'autre cellule, *B*, le protoplasma est distribué au pourtour en une couche à surface inégale, qui a laissé le noyau *n* isolé au centre de l'utricule. La figure 21 représente une cellule un peu plus avancée que la cellule *B* de la figure 20. On y remarque une couche protoplasmique *p* qui enveloppe un gros noyau *n*, et entoure aussi quatre corpuscules globuleux ou ovoïdes en *a*, *a*. Ces globules sont les centres de végétation que je viens de signaler, et dont les Graminées paraissent offrir de très nombreux exemples. Dans cette cellule, ils paraissaient homogènes, et le protoplasma, semblant se désagréger, s'étendait vers le centre de la cavité utriculaire. Cette extension était toutefois moins sensible ici que dans les cellules de quelques autres plantes. Les cellules que je représente étaient très voisines les unes des autres dans la même préparation. L'une d'elles (pl. 7, fig. 22) offrait encore la même disposition périphérique du protoplasma, et de plus sept globules qui étaient nés de celui-ci, et qui étaient d'âges très différents. Les uns *a*, *a*, très petits encore, étaient tout à fait globuleux, de même que celui de *b* qui était un peu plus gros. En *c*, *d*, il y en avait deux qui, bien que plus volumineux, se confondaient par un côté avec la substance de la couche protoplasmique, ce qu'à tort la figure n'indique pas. Un autre, *e*, était tout à fait distinct dans tout son contour, et sa substance était plus manifestement granuleuse. Enfin, le septième, *f*, un peu plus âgé que le précédent, n'avait plus comme lui une surface lisse ; il semblait composé de l'agrégation de beaucoup de granules.

Ces divers corpuscules protoplasmiques, ou mieux nés du protoplasma, en produisant dans leur intérieur des granules amylacés, deviennent autant de grains composés, qu'il serait peut-être préférable d'appeler *multiples*, pour les distinguer des grains composés vrais qui ont une autre origine, et dont je parlerai dans un autre chapitre. Ces sortes de grains composés affectent des formes diverses dans la même plante et dans la même cellule ; ils peuvent être globuleux, ovoïdes ou elliptiques, etc. Les figures 23, 24 et 25 de la planche 7 en représentent qui sont à l'état parfait, et vus par un grossissement de 380 diamètres. La figure 26 montre sous le même grossissement les granules amylacés qui les constituent. Un examen très souvent répété sur un grand nombre de plantes n'a pu me convaincre de l'existence d'une membrane autour de ces grains multiples, malgré le désir que j'avais d'en trouver une au début de mes observations.

Outre ces singulières productions, il naît encore de la couche protoplasmique de ce *Festuca unioloides*, et probablement de toutes les Graminées qui engendrent ces sortes de grains, des grains simples comme dans la couche protoplasmique des autres plantes citées plus haut. Tous ces grains simples et composés ou multiples croissent ensemble, se pressent réciproquement quand ils emplissent la cellule, et se trouvent souvent réunis en une seule masse à la maturité. Cette pression, au reste, s'exerce dans les cellules de l'albumen de bon nombre de végétaux, et réunit en une seule masse tous les grains d'une même cellule, ainsi que cela a souvent été observé.

Dans d'autres plantes chez lesquelles la couche de protoplasma est très mince, ou même réduite à l'utricule protoplasmique, sa végétation spéciale est plus marquée encore. Cette couche s'épaissit sur des points plus ou moins étendus et donne naissance à des éminences d'une teinte légèrement fauve, jaune ou verte, qui deviennent des grains composés analogues à ceux du *Festuca unioloides*. Une des formes les plus remarquables est celle que l'on observe dans les cellules de l'albumen des Phytolaccées, des Chénopodées, des Amarantacées, des Caryophyllées, des Portulacées, etc. Il naît au pourtour de la cavité cellulaire, de l'utricule protoplasmique (pl. 7, fig. 27, *a*, *b*, *c*, *d*; fig. 28, *a*, *b*, *c*) ou de la couche mince de protoplasma qui peut l'accompagner (pl. 7, fig. 45, 46, 50, etc.), des petites masses d'une substance molle, qui couvrent en totalité ou en partie la surface interne de la cellule. Suivant que la végétation est plus ou moins active, les éminences qu'elles forment sont plus ou moins volumineuses. Les cellules de l'albumen du *Phytolacca esculenta*, en particulier, présentent de grandes différences sous ce rapport : tantôt elles produisent de grandes protubérances comme celles des figures 27, 28 et 29, pl. 7 ; tantôt elles n'en donnent que de fort petites ; ou bien, sur de grands espaces, il n'y a qu'une couche épaisse de cette sécrétion. Celle-ci, quelle que soit l'étendue de ses productions, est d'abord incolore et homogène (pl. 7, fig. 46, *a*, *b*, *c*; 58 et 59, *a*, *b*, *c*, etc.); bientôt elle prend une teinte un peu fauve et devient assez fréquemment granuleuse dès cette époque ; quelquefois on remarque déjà des granulations, comme dans tout protoplasma, du reste, dans la couche qui les précède (pl. 7, fig. 39, 50, *p*, 58, *p*). Si les éminences auxquelles la couche primitive donne lieu sont peu étendues, elles prennent la forme globuleuse en s'accroissant et se détachant de la paroi cellulaire. Ce phénomène est présenté par un grand nombre de figures de la planche 7. La figure 47, par exemple, en offre toutes les phases. C'est une cellule de l'albumen de l'*Amarantus græcisans* L. En *a* sont des productions très surbaissées; à droite et à gauche elles s'élèvent graduellement; en *b*, *b*, elles sont déjà globuleuses et détachées de l'utricule protoplasmique. Jusque-là elles paraissaient homogènes; en s'avançant vers *c*, leur volume augmente un peu, et elles apparaissent comme finement granuleuses. A mesure que la maturation avance, ces grains multiples remplissent progressivement la cellule; ils se pressent les uns les autres, de telle manière que dans les semences mûres on ne trouve dans les cellules qu'une seule masse dans laquelle je n'ai pu remarquer les grains composés ou plutôt multiples primitifs. Les granules simples, qui sont représentés à la figure 48, pl. 7, sont très petits comme dans toutes les Amarantacées que j'ai examinées. La figure 46 a été fournie par un jeune albumen de l'*Amarantus sylvestris*, ainsi que la figure 45, dans laquelle on avait un assez gros nucléus *n* adhérent à la couche protoplasmique *p*. Dans la figure 46, pl. 7, on trouve à la place de ce protoplasma périphérique, qui était probablement en moindre quantité, des productions mamelonnées comme celles de *a*, fig. 47. En *a*, fig. 46, où le protoplasma était plus épais que sur les points *b*, *c*, de la même cellule, il commence à se mamelonner à sa surface. Dans la figure 39 tirée de l'albumen du *Silene fimbriata* (Marsch.), la couche protoplasmique a encore une surface unie en *p*; en *a*, *b*, elle a donné des productions isolées; en *c* il y en a deux, en *d* trois, en *e* beaucoup plus, et elles vont en s'abaissant vers les limites de la couche protoplasmique. Dans la figure 40, obtenue du même albumen du *Silene fimbriata*, les grains multiples sont beaucoup plus avancés, quoique d'âges différents. En *a* ils sont plus jeunes et plus petits; quoique globuleux déjà, ils paraissent homogènes. En *c* ils sont beaucoup plus volumineux et leur composition granuleuse est très évidente. La figure 41, pl. 7, montre quatre de ces grains multiples groupés par la pression pendant la maturation. La figure 42 fait voir que quelques-uns de ces grains conservent la forme globuleuse. Enfin la figure 44 indique la forme et la dimension des granules amylacés élémentaires à l'époque de la maturité. Les figures 50 et 51, pl. 7, données par l'albumen du *Rivina lævis*, ne sont que la répétition des phénomènes que je viens de décrire, et les figures 52, 53 et 54 représentent diverses formes de grains multiples de cette plante. La figure 55 montre la forme et le volume des granules composants. Dans le *Beta vulgaris* (pl. 7, fig. 33), les grains multiples étaient nés isolément de l'utricule protoplasmique ou au moins à sa surface. Ils sont plus développés dans la figure 34, et adultes dans les figures 35, 36 et 37. La figure 38 indique la dimension et le volume relatif de leurs granules constituants.

La description de cette figure 34 m'offre l'occasion de parler d'un phénomène extrêmement curieux, et qui m'a fort étonné la première fois que j'en ai été témoin dans le *Phytolacca esculenta.* Il consiste en ce que les granules élémentaires de ces grains multiples sont si peu adhérents entre eux vers l'époque à laquelle ils se détachent de l'utricule protoplasmique, que dans un grain en apparence bien constitué, on les voit s'agiter du mouvement brownien ; ils se désagrégent souvent comme en *b*, fig. 34, pl. 7, ou en *f*, fig. 51. Je les ai même vus plusieurs fois se disperser, comme en *c* de la figure 34. Je crus alors avoir été témoin de la dissolution définitive de ce grain multiple. Quel ne fut pas mon étonnement quand, après les avoir perdus de vue quelques secondes, pour dessiner ce que j'avais sous les yeux, je les trouvai rapprochés tout aussi bien qu'ils le sont dans le grain *d* de la figure 34. Je ne saurais donner l'explication de ce phénomène que j'ai observé plusieurs fois.

Les plus beaux exemples du développement de ces grains multiples me furent donnés sans contredit par le *Phytolacca esculenta* en pleine végétation (pl. 7, fig. 27, 28 et 29). Les productions n'étaient pas nombreuses dans chaque cellule, sans doute parce que leur développement ne faisait que commencer; mais elles devenaient très volumineuses en peu de temps, autant que j'en puis juger par l'aspect que présentaient les divers degrés de formation que j'avais sous les yeux. Elles naissaient directement de l'utricule protoplasmique. Il s'élevait de la surface interne de cette pellicule des petites éminences (pl. 7, fig. 27, *a*) qui grandissaient peu à peu (*b*, *c*, *d*). Leur substance était d'abord homogène, puis il naissait en elles de très fines granulations, qui n'occupaient dans le principe qu'une partie de son étendue, comme le montre *d* de la figure 27, laquelle partie était contiguë à l'utricule protoplasmique. La production de ces granules se propageait bientôt jusqu'à sa limite la plus rapprochée de la cavité utriculaire, *c*, fig. 27. La sécrétion de ces fines granulations se continuant dans la production protoplasmique, on ne tarde pas à avoir dans l'intérieur de celle-ci des corps nettement limités, souvent d'abord un peu déprimés comme en *b* (fig. 28, pl. 7), qui s'élèvent peu à peu, comme en *c* et en *a* de la même figure, ou en *a* de la figure 29. Un peu plus tard il arrive, par les progrès de la végétation, que la base de ces corps est plus étroite que leur diamètre (fig. 29, *b*, *b'*); puis cette base se resserre peu à peu, comme nous l'avons déjà vu précédemment; le corps devient globuleux (*d*, fig. 29) et peut s'éloigner de la paroi cellulaire. Quelquefois la production des granulations cessant de bonne heure dans le mamelon protoplasmique originel, le grain multiple qui en résulte en s'éloignant de l'utricule protoplasmique, paraît attaché à celle-ci par un court pédicelle (*c*, fig. 29). Dans quelques circonstances rares aussi la production possède la figure indiquée en *f*, fig. 29; elle semble formée de deux étages ou de deux grains superposés. C'est sans doute lorsque la sécrétion granuleuse, lente d'abord, se fait ensuite avec plus de promptitude au contact de l'utricule protoplasmique.

Une fois isolés, les grains multiples ainsi formés continuent de grossir par l'accroissement de chacun des granules qui les constituent, et peut-être aussi par la naissance de nouveaux granules entre les premiers développés; car il m'a semblé plusieurs fois que les grains multiples, quelque temps après leur éloignement de la paroi cellulaire, contenaient plus de granules qu'ils n'avaient dû en renfermer à l'époque de leur séparation de la paroi. C'est au moins ce que paraissait indiquer leur comparaison avec des grains voisins, mais plus jeunes. Ce que je dis là n'est point particulier au *Phytolacca esculenta;* cela s'applique à toutes les plantes dont l'amidon présente ce mode de développement.

Ainsi, quand la sécrétion protoplasmique qui doit produire ces grains multiples est limitée à de petits espaces, chacune des petites éminences produit un grain multiple globuloïde séparé (*Phytolacca esculenta*, *Silene fimbriata*, *Rivina lævis*, *Blitum capitatum*, *Beta vulgaris*, etc.). Quand cette sécrétion occupe une grande surface, sans interruption, la couche qu'elle constitue se divise en un nombre variable de parties qui deviennent autant de globules ou grains multiples libres dans la cellule (*Amarantus sylvestris*, *Obione sibirica*, *Portulaca oleracea*, *Claytonia perfoliata*, etc.). D'autres fois les couches sécrétées, étant moins étendues, se détachent tout d'une pièce et forment alors des petites masses ovoïdes, fusiformes ou parfois même à peu près cylindriques, qui se répandent aussi dans la cellule (*Lychnis dioica*, *sylvestris*, *noctiflora*, *Portulaca oleracea*, etc.). Le *Lychnis dioica* surtout est fort remarquable sous ce rapport. J'y ai trouvé des productions cylindracées fort grandes. Les unes étaient assez grêles dans toute leur étendue (pl. 8, fig. 11 et 12); d'autres étaient un peu renflées à une extrémité (fig. 10); quelques autres l'étaient dans leur partie moyenne (pl. 8, fig. 9); il y en avait de beaucoup plus courtes (fig. 6, 7, 8); quelques-unes même étaient tout à fait globuleuses (fig. 4, 5). On voit en *p*, *p*, aux figures 1 et 2 de la planche 8, le commencement de leur sécrétion; tandis que la figure 3 montre une cellule chez laquelle les productions se pressaient à sa surface interne de manière à la couvrir entièrement.

Quelques cellules de l'albumen du *Lychnis sylvestris* sont aussi figurées à la planche 8. Elles offrent également des productions allongées, cylindriques ou fusiformes (fig. 15 et 16, *a*, *b*, *c*), seulement elliptiques ou globuleuses dans les figures 17 et 14, *a*, *a*.

L'albumen du *Portulaca oleracea* présente des phénomènes analogues, mais généralement les grains multiples y sont moins allongés. Cependant il y en a de fusiformes très remarquables. J'en ai vu qui étaient attachés à l'utricule protoplasmique par de longs pédicelles fort grêles, comme le montre la figure 23 de la planche 8, en *d*.

Les figures 18, 19 et 20, pl. 8, qui représentent des cellules de l'albumen du *Lychnis noctiflora*, sont intéressantes en ce qu'elles font bien voir la division de la production protoplasmique originelle. Dans la figure 18, *p*, la couche est indivise; dans la figure 19, *p*, elle commence à se diviser; elle est tout à fait partagée dans la figure 20, en *p*, *a*, *p*. On observe aussi dans cette plante des grains multiples fusiformes, elliptiques ou globuleux (pl. 8, fig. 21 et 22).

Par ce qui précède, on voit que l'albumen de plusieurs familles de plantes présente ce mode de développement de l'amidon. J'aurais pu multiplier beaucoup mes exemples, car chez les Phytolaccées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Caryophyllées et les Portulacées, parmi les nombreuses espèces que j'ai examinées, je n'en ai pas rencontré une qui ne présentât pas cette sorte de grains agrégés ou multiples. Je les ai retrouvés aussi chez quelques Nyctaginées, telles que le *Boerhavia scandens*, les *Oxybaphus chilensis* Desf., *Cervantesii* DC., *ovatus* Vahl., *viscosus* Bot. R., le *Mirabilis longiflora* L.; mais dans ces dernières plantes, je n'ai pas eu l'occasion d'en suivre le développement. Cependant, d'après ce que j'ai observé dans le *Mirabilis longiflora* à la maturité, et ce que j'ai décrit du *Mirabilis Jalapa*, j'ai lieu de croire qu'une partie seulement de la couche sécrétée au pourtour de la cellule, et accrue par la végétation, est transformée en grains agrégés ou multiples; tout le reste ne produirait que des granules isolés.

Les Pipéracées offrent également des grains en apparence semblables, nés selon toute probabilité de la même manière. Chez les Graminées, des grains multiples analogues, formés, ainsi que je l'ai dit de ceux du *Festuca unioloides*, sont extrêmement fréquents. Dans cette dernière famille, il existe souvent aussi des grains composés vrais, dont il est fort difficile de les distinguer à l'état adulte;

comme on le verra par la suite. J'ajouterai ici seulement quelques mots relatifs à ces grains multiples des Graminées. Je ferai remarquer d'abord que les conditions de leur développement ne sont pas tout à fait identiques avec celles des grains multiples des Phytolaccées, des Chénopodées, des Amarantacées, des Caryophyllées et des Portulacées. Car, chez ces dernières familles, c'est la couche ou la sécrétion protoplasmique tout entière qui se transforme en ces petites masses, dans lesquelles naissent les granules amylacés constituant les grains multiples; tandis que, chez les Graminées, les globules muqueux qui les produisent naissent au milieu de la couche protoplasmique proprement dite, parmi d'autres granulations beaucoup plus petites qui deviennent des grains d'amidon simples, avec lesquelles granulations ils n'ont du reste aucune ressemblance. Aussi le grain multiple qui résulte de chacun de ces globules, à part l'origine que je viens de signaler, me paraît avoir un mode d'évolution différent. Ce qui m'engage à penser ainsi, c'est ce que j'ai observé dans plusieurs de ces grains chez diverses Graminées. Malgré tous les efforts que j'ai faits, je n'ai pu trouver de membrane enveloppante dans les grains multiples des *Festuca*, et d'une multitude de grains semblables de beaucoup de plantes de la même famille. Quand ces grains sont bien développés et adultes, ils ont tous l'aspect de ceux des Phytolaccées, des Chénopodées, etc.; ils sont de même composés, dans toute leur épaisseur, de nombreux granules très pressés les uns contre les autres, que la compression a rendus anguleux. Ces granules ne laissent aucun vide au centre du grain multiple. Cela se comprend très bien dans les familles que je viens de citer, puisque, ainsi que le fait voir la figure 27 de la planche 7, la sécrétion des granules amylacés occupe dans le principe la partie moyenne de la production protoplasmique. En étudiant le *Festuca unioloides*, les granulations m'ont paru avoir dans le globule muqueux la même disposition que dans les jeunes grains multiples des Chénopodées, des Caryophyllées ou des Amarantacées, etc., après leur éloignement de la membrane cellulaire; mais dans les semences mûres de certaines Graminées, ces grains, en apparence composés, ne sont pas pleins de granules; car, lorsqu'on les traite par l'iode pour les bleuir, et ensuite avec précaution par l'acide sulfurique ou une solution de chlorure de zinc, on voit ces grains multiples se gonfler et se déchirer. On s'aperçoit alors qu'ils sont vides de granules vers le centre, et qu'ils ne semblent constitués que par une couche périphérique de petits polyèdres bleuis, plus ou moins déprimés, paraissant avoir chacun une petite cavité centrale après leur gonflement. Ces granulations polyédriques ont une disposition analogue à celle qu'affecteraient des grains d'amidon très pressés à la périphérie interne d'une cellule, et cependant il m'a été impossible, je le répète, de constater l'existence d'une pellicule enveloppante.

J'ai observé cette structure chez des grains du *Festuca geniculata*, du *Lamarckia aurea* et autres espèces, qui ont ces grains multiples très petits, et formés de granules fort ténus ; mais, chez toutes les Graminées à grains multiples de petite dimension, ceux-ci ne sont pas conformés de cette manière. Ainsi, dans le *Lagurus ovatus* et autres Graminées, les grains multiples, quoique petits, sont pleins de granules comme les plus volumineux. Cette différence tient assurément à ce que la production des granules cesse de bonne heure dans quelques plantes, et peut-être à ce que, dans les Graminées qui présentent ces sortes de grains, elle commence à la périphérie du globule muqueux ou de la vésicule, si vésicule il y a. Dans le *Phalaris paradoxa* et quelques autres plantes, j'ai trouvé des grains multiples, en apparence de même nature que les précédents, mais qui semblaient nés de la division en deux d'un globule ou d'une vésicule mère, bien que, nulle part, j'aie pu me convaincre de la présence d'une membrane.

La difficulté de la distinction des grains multiples, tels que je viens de les décrire, et des grains composés vrais, qui existent aussi dans certaines plantes de la famille des Graminées, est très grande et même souvent impossible ; ce n'est qu'à l'origine de leur développement que l'on peut distinguer avec certitude les grains multiples des grains composés vrais, formés par la division d'un grain primitivement simple. Cependant je crois pouvoir dire que, toutes les fois qu'un grain en apparence composé est formé d'un grand nombre de granules fort petits, il est très probable que l'on a sous les yeux un grain multiple.

Je vais aborder maintenant un autre type de formation de l'amidon. Il est présenté d'une manière fort instructive par plusieurs Phaséolées, bien qu'on le retrouve aussi dans beaucoup d'autres plantes. Dans l'embryon des *Phaseolus vulgaris*, *Vicia pisiformis*, etc., etc., dans le péricarpe du *Cytisus Laburnum*, etc., des grains simples commencent aussi dans la couche protoplasmique; ils paraissent même naître de l'utricule protoplasmique à laquelle ils adhèrent, ainsi que nous l'avons vu avec certitude pour d'autres vésicules. Ils forment d'abord, à la périphérie interne de la cellule, des petites éminences en forme de grain d'orge, un peu renflées du côté interne et colorées en vert (pl. 6, fig. 29 et 38 *a*, *a*). Arrivés à un certain degré de développement, ils se détachent de la paroi, et continuent de se développer au milieu du liquide cellulaire. Ces grains verts très jeunes, au moment où ils deviennent libres, par exemple, sont entourés d'une membrane vésiculaire qui ne se colore pas par l'iode (pl. 6, fig. 30, 31, 35, 39, 40, 41 et 42), tandis que son contenu prend une belle couleur bleue plus ou moins violacée. Ce phénomène se dessine surtout très bien dans les cellules des cotylédons du *Phaseolus vulgaris*, qui a fourni les figures 29 à 37, planche 6, et celles du *Vicia pisiformis*, qui a donné les figures 38 à 42. Là, au moment où les grains se détachent, la matière amylacée ne remplit souvent pas complétement la vésicule; elle est distribuée au pourtour de celle-ci en une couche épaisse, comme un plasma qui laisse dans l'axe longitudinal de la vésicule un espace libre (pl. 6, fig. 36), lequel est souvent plus prononcé à la partie supérieure du grain (fig. 32), c'est-à-dire à l'extrémité qui est devenue libre la première, et qui pour cela est plus renflée, plus arrondie que celle qui est restée fixée plus longtemps. Le grain, en effet, demeure souvent attaché à la paroi pendant quelque temps par un de ses bouts (pl. 6, fig. 29, *b*), qui alors reste plus longtemps atténué que l'autre, et forme une sorte de petit bec, un véritable *hile*, comme l'indiquent en *h* les figures 30, 31, 32, 35 et 36 de la même planche, obtenues du *Phaseolus vulgaris*. La forme originelle de ces grains et de beaucoup d'autres prouve donc combien est vaine l'opinion généralement admise par les anatomistes, et en particulier par MM. Payen, Hugo Mohl et Nägeli, qui prétendent que toujours les grains d'amidon sont globuleux à l'origine.

La matière contenue dans ces vésicules amylifères du *Phaseolus vulgaris* et du *Vicia pisiformis*, etc., est liquide au premier âge; puis elle se condense près des parois, qu'elle tapisse de la couche signalée plus haut, laquelle couche, en s'épaississant, remplit plus tard la cavité tout entière. Quand le plasma amylacé est encore liquide, comme il l'était dans les jeunes vésicules du *Phaseolus* que représentent les figures 30 et 31, planche 6, il existe souvent au sommet un petit espace qui n'est pas occupé par le liquide bleuissant sous l'influence de l'iode; cet espace demeure incolore après l'addition du réactif, comme s'il était plein d'eau. Ordinairement aussi la base *h* des jeunes vésicules n'a pas la propriété de se colorer en bleu.

Dans le *Lathyrus ensifolius*, j'ai remarqué que chez certaines vésicules, et dans certaines parties de l'embryon que j'avais sous les yeux, la substance bleuissant par l'iode était moins abondante encore que dans les précédentes; au lieu de former, comme dans l'embryon du *Phaseolus*, une couche épaisse autour de la vésicule, elle ne constituait qu'un ou deux petits corpuscules globuloïdes, n'occupant souvent qu'une partie minime de la capacité de la vésicule; le reste de la cavité était rempli par de la matière colorante verte (pl. 6, fig. 18 à 28). Ces petits globules n'affectaient pas toujours la même position dans cette cavité. Lorsqu'il n'y en avait qu'un, il était placé soit à une extrémité (pl. 6, fig. 24), soit vers le centre (fig. 26, 27); quand il y en avait deux, ils étaient fréquemment situés à chacune des extrémités (fig. 23 et 25). Chez d'autres vésicules, le globule était plus volumineux, et remplissait plus ou moins complétement la cavité (fig. 18, 19, 20). Chez le plus grand nombre enfin, l'intérieur de la vésicule était entièrement occupé par la substance amylacée.

Comme l'amidon contenu dans les vésicules du *Phaseolus*, etc., est d'abord à l'état liquide, il n'a pas de pellicule qui lui soit propre ; et comme un peu plus tard il a tout l'aspect de la couche protoplasmique répartie autour de la cellule ou de certaines vésicules, ces faits semblent démontrer une transition entre le grain d'amidon, ou vésicule amylacée proprement dite, et la vésicule chlorophyllienne. Dans celle-ci, le protoplasma serait coloré ; dans l'autre, il serait amylacé, et nous verrons plus loin qu'il peut être plus ou moins riche en amidon. Je n'ai pas besoin d'ajouter que, dans beaucoup de grains de chlorophylle nés de la même manière, il se développe ainsi un ou plusieurs grains d'amidon.

Le même phénomène à peu près m'a été offert par de jeunes rhizomes de *Typha latifolia*. Au sommet d'un jeune rameau, les cellules se multiplient par division, ainsi que celles des jeunes feuilles. Ces cellules n'avaient pas de nucléus ; elles contenaient bien quelquefois une petite masse protoplasmique, mais celle-ci se dissipait de bonne heure. Du pourtour de ces jeunes cellules naissaient des petits grains d'amidon incolores, attachés à l'utricule protoplasmique, comme ceux de l'embryon du *Phaseolus vulgaris*, etc. Ils formaient d'abord des petites éminences plutôt hémisphériques qu'allongées, ou même aussi larges que longues, qui ne bleuissaient pas par l'iode dans le principe, et qui ne prenaient ordinairement qu'une teinte brunâtre voisine du chocolat (pl. 6, fig. 5, *a*). Un peu plus tard, un petit point qui devenait noir, ou mieux bleu foncé sous l'influence de l'iode, apparaissait au milieu (pl. 6, fig. 5, *b*). Ce point, après avoir grandi, prenait une teinte bleue plus claire dans les mêmes circonstances.

Plus bas sur le rhizome, il naissait de la même manière, mêlées aux précédentes, et offrant le même aspect qu'elles avant l'action de l'iode, des petites éminences qui ne se coloraient pas en chocolat comme les premières ; elles jaunissaient, et quand elles avaient grandi un peu, elles contenaient sur le côté de leur cavité un petit globule qui bleuissait très légèrement ou qui restait incolore. Un peu plus bas encore sur la tige, à 3 ou 4 centimètres du sommet, il n'y avait pas d'amidon dans les cellules, il n'y avait plus que quelques petites vésicules jaunissant par l'iode (pl. 6, fig. 11, *v*) avec leur petit globule bleu clair ou incolore. A environ 6 centimètres de l'extrémité supérieure du même rhizome, les cellules contenaient des vésicules plus grandes qui se détachaient de la paroi ; elles étaient globuleuses ou elliptiques, quelquefois encore un peu aiguës aux deux bouts. Les globuleuses avaient 0,005 de diamètre, et les elliptiques, ou allongées, 0,005 sur 0,0025. Elles devenaient jaune brunâtre par l'iode, et les deux petits globules qu'elles contenaient ordinairement prenaient une teinte orangée.

Des parties plus âgées du rhizome renfermaient, éparses dans les cellules, des vésicules plus grandes munies de plusieurs granules libres dans leur intérieur (la figure 10, planche 6, représente une de ces vésicules). Les granules ne bleuissaient pas par l'iode au commencement ; mais devenus plus âgés, ces granules prenaient une couleur brunâtre sous l'influence du réactif ; puis, un peu plus tard encore, un point noir ou bleu foncé apparaissait au milieu, tandis que le pourtour ou l'enveloppe de ce grain (non la vésicule mère) était couleur chocolat (pl. 6, fig. 10). Il arrive assez fréquemment que ces vésicules renferment de jeunes grains composés, comme ceux qui sont indiqués par les figures 12, 13, 14 et 15, planche 6. A un âge plus avancé, la vésicule mère étant résorbée, ces divers grains sont libres dans la cellule. Ainsi, il y avait dans les cellules du sommet de ce jeune rhizome de *Typha*, d'abord des éminences toutes de même nature, donnant toutes de l'amidon qui se répandait dans les utricules ; un peu plus bas, l'amidon ne s'était pas développé chez quelques-unes des vésicules ; chez les cellules un peu plus âgées, l'amidon avait déjà disparu pour les progrès de la végétation ; il ne restait dans les cellules que les vésicules qui n'en avaient pas produit ; enfin, dans la partie la plus âgée de ce jeune rhizome, les vésicules devenues libres transformaient en amidon leurs quelques petits globules, d'abord non colorables en bleu par l'iode (1).

Dans la patate (*Batatas edulis* Chois.), l'amidon commence à se montrer dans les cellules étroites qui avoisinent les vaisseaux ; il n'apparaît qu'un peu plus tard dans les cellules corticales. Dans ces cellules étroites du système central, l'amidon naît au contact de la paroi sous la forme de grains primitivement simples en apparence (pl. 10, fig. 51, *b*) ; mais bientôt, de même que nous l'avons vu dans beaucoup de vésicules à matière colorante, le grain primitif se montre vésiculaire en grandissant (fig. 51, *a*, *a*). Sa substance intérieure est partagée au pourtour de la vésicule en deux, trois, quatre, cinq ou six petites masses unies par une membrane, souvent très nettement apparente, quoique très mince (pl. 10, fig. 53 à 60). Quelquefois, bien qu'on ne l'aperçoive plus, les petites masses ou grains sont encore rapprochés dans la position qu'ils occupaient dans la vésicule mère. Ce sont sans doute de tels grains qui ont fourni à M. Crüger un argument qu'il crut en faveur de sa théorie sur la formation des grains composés. M. Crüger, n'ayant pas aperçu la vésicule, a pensé que ces grains étaient réunis par ce qu'il appelle de la *substance de transition*. Ces grains isolés dans la vésicule, comme ceux de certaines vésicules chlorophylliennes, grossissent ainsi rapprochés, et donnent l'aspect de grains composés. C'est ainsi que me paraissent s'être développés les grains représentés par les figures 62 et 68 de la planche 10. Cependant il y a dans la patate beaucoup de grains d'amidon composés véritables ; ils naissent, surtout dans l'écorce, quelquefois même de la division de grains simples qui ont déjà un assez grand volume, ainsi que nous le verrons en parlant de la multiplication des grains d'amidon.

---

(1) Dans les parties du rhizome âgées d'un an ou deux, toutes les cellules remplies d'amidon, s'isolent les unes des autres sous le tranchant du rasoir.

J'ai étudié aussi dans le *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinella*, des vésicules assez nombreuses quelquefois, et contenant chacune jusqu'à sept très petits granules amylacés (pl. 3, fig. 6, *b*, *b*). Voici dans quelles circonstances je les ai observées : Il y a dans le fruit de ce *Cucurbita*, au-dessous de la couche épidermique incolore, une zone épaisse de seize à dix-huit petites cellules en profondeur, qui contiennent de la matière colorante jaune vers le tiers inférieur du fruit, et de la matière colorante verte au-dessous de la surface de tout le reste de ce fruit. Sous cette zone colorée, en est une autre de cellules beaucoup plus grandes et à parois ponctuées. Plus à l'intérieur encore sont des cellules parenchymateuses ordinaires, qui ne renferment que très peu d'amidon sous le tissu coloré en jaune, mais qui en contiennent davantage sous celui qui est coloré en vert. Ces grains d'amidon sont globuloïdes, et ordinairement simples dans cette partie du fruit, et à l'époque à laquelle les vésicules existent, ces grains, ai-je dit, sont assez nombreux sous la partie verte et très rares sous la partie jaune ; mais dans cette dernière ils sont remplacés par des vésicules d'égale dimension, qui ne renferment que trois, quatre, cinq, six ou sept très petits granules amylacés. Ces vésicules paraissent naître au pourtour de la cellule, et ne se disperseraient dans l'intérieur que quand leur développement est assez avancé. Évidemment ces vésicules, qui tiennent ici la place que les grains d'amidon occupent sous la partie verte, sont des organes correspondants, de semblable origine, qui n'en diffèrent qu'en ce que, de même que dans les vésicules du *Vicia pisiformis* représentées par les figures 18 à 28 de la planche 6, l'amidon ne s'y est pas développé en quantité suffisante pour les remplir, et en proportion aussi considérable que dans les vésicules de la partie verte du fruit, qui, étant pleines, ne laissent plus apercevoir leur membrane. Cette manière de voir est encore appuyée par cela que, parmi ces vésicules de la partie jaune, sont mêlées quelques autres, qui parfois sont presque complétement remplies de matière amylacée (pl. 3, fig. 6, *f*).

Tout en donnant naissance à des grains d'amidon à la périphérie de la cellule, le protoplasma s'étend quelquefois dans le liquide cellulaire, où il semble se délayer. En examinant avec attention à cette époque le pourtour de la cellule, on y remarque que la couche protoplasmique, qui d'abord était homogène ou seulement très finement granuleuse, et qui paraissait assez compacte, perd de sa densité et en même temps son homogénéité ; elle contient des granules un peu plus volumineux, et elle semble se distendre dans le suc de la cellule comme un mucus qui serait pénétré par le liquide environnant. Dans d'autres cas, on n'aperçoit seulement que la disparition de l'homogénéité du protoplasma et l'avénement des granulations, qui se répandent de bonne heure dans le centre de la cellule. Il arrive parfois aussi que le protoplasma, ayant moins de densité dès le principe, se délaye dans le contenu de la cellule à mesure que celle-ci s'étend, en sorte qu'il est rare, dans les organes qui présentent ordinairement ce phénomène, de trouver une épaisse couche de protoplasma à la périphérie de quelques cellules. C'est dans ces diverses circonstances, c'est-à-dire quand le protoplasma est ainsi répandu dans l'intérieur de la cellule, que l'on y voit naître librement les granules d'amidon. C'est dans ces circonstances aussi que l'on remarque, dans les cellules de certaines plantes, que l'amidon naît en même temps dans toutes les parties du liquide et autour du nucléus, quand celui-ci concourt à sa production, ainsi que nous allons le voir tout à l'heure.

Ce dernier phénomène de la naissance de l'amidon simultanément dans le liquide cellulaire et à la surface du nucléus s'observe bien dans l'albumen du *Zea Mays*. Cependant on remarque quelquefois que, dans certaines cellules de cet albumen, l'apparition de l'amidon commence dans toutes les parties du liquide avant de se montrer sur le nucléus, et que, dans des cellules voisines, l'amidon est déjà abondant autour du nucléus, et ses granules assez gros, quand on n'en remarque aucune trace encore dans les autres parties de la cellule. La figure 42 de la planche 8 représente une cellule du Maïs, dans laquelle l'amidon était déjà très développé à la surface du nucléus, en *a*, quand on n'en voyait pas encore dans le liquide environnant ; mais, je le répète, le cas contraire est fréquent aussi, et l'on rencontre souvent les deux états dans des cellules entremêlées.

Il arrive parfois aussi que le protoplasma, au lieu d'être réparti principalement autour de la cellule et du nucléus, est étiré en filaments qui rayonnent du nucléus dans toutes les directions, et vont se terminer à la périphérie de la cavité utriculaire. Quand cette distribution du protoplasma a lieu, c'est dans ces filaments que j'ai vu commencer l'apparition de l'amidon. Les cellules de l'albumen de l'*Emex spinosus* fournissent de beaux exemples de cette modification (pl. 1, fig. 10; pl. 8, fig. 43). Elles sont aussi favorables à l'étude du développement de l'amidon dans l'intérieur du nucléus; mais avant de parler de cet intéressant phénomène, examinons la formation des grains amylacés autour de la vésicule nucléaire.

Autour de cette vésicule, il se forme des grains simples dans les cellules de l'albumen du *Zea Mays*, dans celles de l'enveloppe interne de la semence du *Ricinus communis*, dans celles des tubercules de l'*Orchis planifolia* (pl. 8, fig. 41, *e*, *f*), etc., etc.; ou bien, dans les utricules de l'albumen de l'*Arum italicum*, du *Tradescantia subaspera*, etc., il se forme des grains multiples assez semblables à ceux qui ont été indiqués précédemment au pourtour des cellules de l'albumen des *Phytolaccées*, des *Chénopodées*, etc.

Chez quelques plantes de cette catégorie, c'est-à-dire chez lesquelles l'amidon naît autour du nucléus, cet amidon apparaît d'abord dans la petite quantité de protoplasma qui entoure le nucléus (*Arum*, *Orchis*, etc.); chez les autres, il paraît dû seulement aux excrétions du nucléus.

Voici, pour le premier cas, ce qui se passe dans l'albumen de l'*Arum italicum* L. On remarque parfois à côté de cellules chez lesquelles le protoplasma existe encore sur toute la périphérie interne, comme dans celle qui est représentée par la figure 24 de la planche 8 en *p*, d'autres cellules dont le protoplasma disparaît d'abord au pourtour, après être devenu finement granuleux, comme l'indique en *p* la cellule *A* de la figure 25, pl. 8. Le protoplasma qui environne le nucléus *n* ou qui l'avoisine paraît seul persister (pl. 8, fig. 26); alors se manifeste dans ce protoplasma une sorte de végétation déjà annoncée par la protubérance *a* de cette figure 26. Dans les figures 27, 28, 34 et 35, pl. 8, de semblables protubérances, formées par une sorte de gonflement du protoplasma devenu granuleux, environnent la base du nucléus ou le nucléus lui-même. Ces protubérances se délimitent peu à peu, s'isolent sous la forme de grains composés d'une multitude de granulations d'abord très fines. Ce sont de tels grains que montre la cellule *B* de la figure 25, pl. 8. Ces grains multiples sont représentés là encore jeunes, ayant leurs granules composants encore fort petits. Dans les figures 29, 30 et 31, pl. 8, au contraire, ils sont représentés à l'état parfait. Pendant leur développement, le nucléus grossit, et atteint des dimensions assez considérables; j'en ai mesuré qui avaient 3 centièmes de millimètre de diamètre. Ces nucléus paraissent grossir en raison de la quantité d'amidon qui les enveloppe et qu'ils semblent nourrir, ou au moins à la nutrition desquels ils concourent selon toute apparence.

Des grains multiples semblables à ceux de l'*Arum*, naissent autour du nucléus dans les cellules de l'albumen du *Tradescantia subaspera*, etc., ainsi que le montre la figure 39 de la planche 8. Dans la figure 41 tirée du tubercule de l'*Orchis planifolia*, et dans la figure 42 obtenue de l'albumen du Maïs, ce sont des grains simples qui entourent le nucléus. Dans la cellule *c* de la figure 41, pl. 8, l'amidon est déjà avancé dans le protoplasma qui entoure la base du jeune nucléus; il s'en est aussi développé dans le protoplasma de l'autre côté de la cellule en *g*.

Dans les cellules de la tige du *Vanilla planifolia*, ainsi que je l'ai dit en traitant du nucléus et de la chlorophylle, celle-ci et l'amidon naissent également autour de la vésicule nucléaire (pl. 6, fig. 44, *a*, *b*, *c*; fig. 45, *a*, *b*). J'ai décrit le mécanisme de l'excrétion par le nucléus de cette plante, l'apparition de grains verts près de la circonférence de la tige, et de grains blancs dans les cellules plus centrales; les uns et les autres sont d'abord simples, puis ils deviennent composés et bleuissent au contact de l'iode. Il est donc inutile de m'y arrêter davantage.

Chez plusieurs autres plantes, l'amidon paraissait aussi avoir été sécrété en partie par le nucléus; mais le phénomène n'est pas toujours bien évident. Parmi ces plantes, le *Viscum album* mérite d'être signalé. Dans les cellules de ses jeunes rameaux (pl. 6, fig. 16), le nucléus *n* est entouré de corpuscules de consistance molle, dont la forme est globuloïde, allongée, ou même parfois bifurquée *a*, *b*. Ceux qui sont encore appliqués à la surface du nucléus semblent en émaner; ils sont, en outre, intéressants par leur végétation propre indiquée par la division de ceux qui sont allongés. De semblables corpuscules globuleux ou allongés, et végétant de la même manière, naissent du protoplasma périphérique. Celui qui est représenté en *c* était surtout très remarquable. Inséré sur l'utricule protoplasmique par un pédicule étroit et court, il s'allongeait en s'épaississant progressivement, et présentait plusieurs indications de division transversale. Ces grains périphériques, et ceux qui entourent le nucléus, sont incolores ou jaune pâle, et ne bleuissent pas par l'iode quand ils sont trop jeunes, quoique déjà d'un certain volume; mais, un peu plus tard, ils prennent par ce réactif une teinte très légèrement violacée qui se manifeste d'abord vers le centre, et qui s'étend ensuite sur le grain entier en prenant plus d'intensité.

J'ai observé une telle substance semi-fluide, qui m'a offert les mêmes réactions dans l'embryon du *Lathyrus latifolius*. Cette matière est très abondante dans les cellules de plusieurs Phaséolées, où je l'ai surtout remarquée au moment de l'apparition de l'amidon, à la formation duquel elle paraît concourir, bien que j'aie rarement observé la transition avec la même netteté. Elle est en petites masses ou gouttelettes de formes très irrégulières, jaune pâle, qui semblent n'avoir rien de commun avec la production de l'amidon, et d'autant moins qu'elles sont ordinairement plus volumineuses que les jeunes grains qui sont nés de l'utricule protoplasmique. Malgré cela, j'ai vu très nettement, et chez plusieurs embryons du *Lathyrus ensifolius*, etc. (pl. 6, fig. 17), ces corps bleuir, à tous les degrés d'intensité, sous l'influence de la solution iodée. De plus, cette matière ne laisse aucune trace de son existence quand il ne se produit plus de nouveaux grains amylacés. Comme je ne l'ai vue se colorer en bleu par l'iode que chez un petit nombre de plantes, je la recommande à l'attention des anatomistes. Cette substance est sécrétée par le protoplasma périphérique, tandis que les grains d'amidon entourés de chlorophylle, dont j'ai parlé plus haut, émanent directement de l'utricule protoplasmique elle-même; de là, sans doute, les deux apparences qu'affecterait la substance amylacée à son avénement dans les cellules des plantes que je signale ici.

C'est sans doute à une production périphérique, voisine des précédentes, qu'il faut attribuer l'amidon amorphe signalé dans les cellules épidermiques des *Ornithogalum*, etc., et que j'ai surtout observé dans l'épiderme du fruit de l'*Ornithogalum pyrenaicum*, vers la périphérie des cellules. Je n'ai point vu la couche de cet amidon nettement limitée, et plus tard il paraît avoir envahi toute la cavité de certaines cellules. Au commencement de l'action de l'iode, la coloration est d'un beau rose qui passe peu à peu à l'indigo le plus foncé. C'est aussi à une sécrétion de même genre que se rattache la naissance de la couche mucilagineuse amylacée que j'ai observée dans une racine d'*Aristolochia*, ou peut-être de *Menispermum* indéterminé, et que j'ai représentée par la figure 72, *a*, *b*, de la planche 6. Cette couche, ai-je dit, est souvent très épaisse, et n'occupe fréquemment qu'un côté de la cellule comme en *b*. Elle est toujours parfaitement homogène, et nettement délimitée vers l'intérieur de la cellule. De ce côté, elle est mamelonnée à sa surface dans bon nombre de cellules, ce qui est un indice de division en grains assez volumineux. Dans d'autres cellules, la division est plus avancée ; chez d'autres encore, elle est complète. Je possède en ce moment des préparations qui montrent cette couche divisée en polyèdres, séparés par une ligne diffuse et blanchâtre après la coloration par l'iode. Chacun de ces polyèdres porte au centre l'indice d'une petite cavité ; c'est là ce que j'ai représenté dans la figure 73, pl. 6. La figure 74 fait voir de profil une telle couche divisée en grains déjà arrondis. On trouve aussi dans beaucoup de cellules, et adhérents à la paroi par leur base élargie, d'assez gros mamelons amylacés, isolés et distants les uns des autres. Là évidemment la sécrétion amylacée avait été moins abondante, et n'avait recouvert çà et là que des parties très limitées de la périphérie interne de l'utricule protoplasmique. Ce phénomène ne diffère donc des précédents que du plus au moins. Dans cette racine, la sécrétion amylacée a lieu ordinairement sur des étendues souvent considérables ; dans les autres plantes que j'ai étudiées, elle s'effectue sur des points très limités de la couche périphérique. Dans notre racine, toute la couche ou substance sécrétée, quelle que soit son étendue, est amylacée ; dans les autres plantes, des particules de la sécrétion deviennent seules amylacées, soit que ces particules soient réunies en grains multiples, soit qu'elles constituent des grains libres tout à fait isolés les uns des autres.

Tous ces faits tendent à prouver que la substance des grains d'amidon est toujours liquide dans le principe, ou tout au moins de consistance molle.

Pour terminer ce que j'avais à dire de la naissance de l'amidon granuleux ou de la vésicule amylacée, il ne me reste plus qu'à parler de l'amidon qui naît dans les vésicules nucléaires. Les plus beaux exemples m'en ont été donnés par les nucléus des cellules du péricarpe du *Tradescantia subaspera*, et par ceux des cellules de l'albumen de l'*Emex spinosus*.

Dans les cellules du péricarpe du *Tradescantia*, les vésicules nucléaires étaient pleines d'une matière granuleuse, qui le plus souvent jaunissait par l'iode ; mais chez quelques-unes, les granules devenaient d'un beau bleu intense après l'addition du réactif. Dans l'albumen de l'*Emex spinosus*, la coloration bleue se propageait de la circonférence du nucléus au centre, de sorte que les granules de la périphérie bleuissaient déjà dans certains nucléus, lorsque ceux du milieu jaunissaient encore. J'ai remarqué aussi dans certaines cellules de cet *Emex* que la membrane nucléaire enveloppante disparaissait après la formation de l'amidon, et que les grains pouvaient alors se répandre dans la cellule, et se mêler à ceux qui étaient nés dans la cavité utriculaire proprement dite.

Structure et accroissement des grains d'amidon.

Nous avons vu, par le résumé historique qui précède, que les anatomistes sont partagés en deux camps relativement à la nature et à l'accroissement du grain d'amidon. Les uns le regardent comme une masse entièrement solide, composée de couches concentriques entourant un noyau compacte central, et jamais pourvue d'une cavité contenant un liquide plus ou moins épais ; les autres le considèrent comme une vésicule ayant des parois stratifiées, qui limitent une cavité dans laquelle est un contenu liquide.

A la première opinion se rangent MM. Fritzsche, Treviranus, Meyen, Schleiden, Al. Braun, Unger (1846), Schacht, Crüger, Henfrey, Payen et Nägeli (1). Mais ces savants soutiennent deux théories bien différentes ; car les uns, groupés autour de M. Fritzsche (ce sont MM. Treviranus, Meyen, Schleiden, Al. Braun, Crüger, Schacht et Henfrey), admettent que le grain d'amidon s'accroît par la production de couches qui se superposent successivement et concentriquement autour d'un noyau primitif, et qui donnent lieu ainsi à un accroissement centrifuge ; les autres, c'est-à-dire MM. Payen et Nägeli, reconnaissent que le grain, entièrement solide, d'abord homogène, est extensible, dilatable, qu'il s'accroît par l'introduction dans son intérieur de la substance amylacée qu'il dispose en couches concentriques, se développant de la circonférence au centre.

A la seconde opinion, qui veut au contraire que le grain d'amidon soit un corps comparable à la cellule, se rangent MM. Sprengel, Raspail, Münter, Quekett, Reissek, Allman, Unger (1855) et Hartig ; mais il est évident, par la lecture de ce qu'ils ont écrit, que leur avis est basé sur une connaissance vague ou très incomplète du sujet, sur l'observation de quelques grains binaires ou ternaires qui rappellent la multiplication utriculaire, et sur celle de la petite cavité souvent apparente dans les grains d'amidon, ou sur la simple dissolution de la substance intérieure sous l'influence de la putréfaction ou d'un agent chimique.

Cette connaissance imparfaite du grain d'amidon autorisait M. Hugo Mohl à dire, en 1850, dans son *Vegetabilische Zelle*, qu'il n'y a rien de connu sur l'accroissement de l'amidon, que la disposition concentrique des couches et leur consistance même ne prouvent rien, que ce sont là des arguments qui ne sont pas plus en faveur d'une théorie que de l'autre.

Il est cependant très important de déterminer si le grain d'amidon est toujours un grain solide, ou s'il est une vésicule analogue à celles qui ont été décrites dans ce travail, une vésicule comparable, par conséquent, aux cellules proprement dites. Ce n'est pas là une discussion reposant seulement sur des mots, quand même on admettrait avec MM. Payen et Nägeli que les couches se forment de la circonférence au centre. La philosophie de la science y est intéressée, puisque la connaissance des vésicules étend les limites de l'unité de composition des végétaux.

---

(1) *Note.* — MM. Payen et Nägeli, qui admettaient autrefois une cavité centrale (M. Nägeli reconnaissait même la nature vésiculaire du grain d'amidon en 1847), abandonnent cette opinion dans leurs travaux les plus récents.

Pour arriver à la démonstration de cette vérité, je ferai d'abord quelques remarques sur les théories de MM. Fritzsche et Crüger ; je passerai ensuite à la description de mes observations qui prouveront le peu de fondement de la dernière opinion de MM. Nägeli et Payen.

La théorie de Fritzsche est fondée sur l'observation de grains semblables à ceux qui sont représentés dans la planche 11 par les figures 12, 13 et 15, c'est-à-dire qui offrent quelques grains enveloppés par plusieurs couches communes. A cette théorie, nous avons vu déjà que M. Münter avait opposé la structure des grains binaires, ternaires, etc., déjà âgés, dont les prétendus noyaux sont plus voisins de la surface du grain composé que du centre de celui-ci, contrairement à ce que fait supposer la théorie. Pour que cette théorie de la superposition des couches fût vraie, il faudrait, en effet, que les noyaux des grains partiels ou composants fussent toujours plus rapprochés du centre, c'est-à-dire des surfaces de contact des granules primitifs, que de la périphérie. Car deux ou trois petits grains rapprochés accidentellement dans la cellule, et enveloppés par l'amidon qui serait produit dans cette cellule, et qui se déposerait autour d'eux, seraient toujours contigus au centre du dépôt des couches venant s'appliquer successivement sur les premières formées. Cependant cela n'a point lieu ; les prétendus noyaux, qui étaient rapprochés dans le principe, s'éloignent peu à peu l'un de l'autre ou les uns des autres, parce que ce n'est pas seulement du côté libre de chaque grain composant que se forment les couches ; le plus grand épaississement a lieu près des côtés adjacents, vers les surfaces de contact, en un mot, aux côtés tournés vers le centre du grain composé (pl. 11, fig. 12 *bis*).

La plupart des nombreux grains binaires et ternaires que j'ai réunis dans mes planches ne l'ont point été en vue de combattre la théorie de M. Fritzsche, mais dans l'intention de prouver la multiplication des grains d'amidon par division. Ils ne démontrent l'erreur de M. Fritzsche que par des considérations que je ne veux pas développer ici. Mais j'ai donné, à la planche 11, l'image de grains dont la seule inspection donne déjà de fortes présomptions contre l'opinion de ce savant. Ainsi nous avons, dans la figure 24 de la planche 11, un grain d'amidon du *Canna gigantea* dont l'accroissement est unilatéral. C'est déjà quelque chose de difficile à concevoir qu'un tel accroissement par la théorie de la superposition. Comment comprendre que le noyau *c*, qui aurait d'abord été entouré d'un petit nombre de couches concentriques, complètes sur toute sa surface, ne serait plus par la suite enveloppé, recouvert que d'un seul côté, bien que les couches déposées augmentassent en étendue avec l'âge du grain? L'examen des figures 27, 28, 29 et 30, pl. 11, fait naître d'autres doutes. Comment concevoir, en effet, que des grains réunis accidentellement présentent tous sans exception les noyaux sur le même côté? Pour le grain double de la figure 28, dont les côtés contigus des deux grains constituants sont déprimés, la réunion est ou récente, ou ancienne. Si elle est récente, l'aplatissement des deux grains sur les côtés adjacents doit être dû à une grande pression. Comment, dans ce cas, ne trouve-t-on pas de traces de cette pression sur les autres points de la périphérie? Si la réunion est ancienne, comment se fait-il que les couches d'épaississement ne soient pas communes comme les couches *a* qui couvrent les grains partiels des figures 29 et 30, pl. 11? et dans les grains mêmes que représentent ces dernières figures, comment a-t-il pu arriver que les couches d'épaississement soient venues se déposer exactement sur les côtés épaissis des grains supposés primitifs? Comment pourrait-il y avoir des couches *c* (fig. 30) communes aux deux plus petits grains partiels *d*, *d'*, qui ne s'étendissent pas en même temps sur le plus gros *b*? On n'invoquera pas pour ces grains la même insertion sur la membrane cellulaire ou sur le nucléus; car, dans la figure 13, pl. 11, les noyaux des deux grains partiels sont placés sur deux côtés différents du grain composé, et séparés par les couches d'épaississement propres à chacun d'eux. Le grain composé de la figure 14, pl. 11, est encore moins susceptible d'être expliqué par cette théorie. Ce grain présentait, en effet, quatre grains partiels disposés par paires (*ab*, *cd*) à chaque extrémité du grain composé. Les deux paires étaient séparées l'une de l'autre par une quantité considérable de substance dans laquelle il n'y avait pas de noyau central, et de plus cette substance intermédiaire présentait des couches communes à chaque paire de grains partiels, qui se confondaient toutefois dans la partie moyenne *i*, de sorte que l'on n'apercevait pas, entre les deux paires de grains, la ligne qui devrait marquer la réunion des deux groupes binaires, et pourtant cette réunion devrait être toute récente, d'après la théorie, puisqu'il n'existait pas de couches générales nombreuses enveloppant à la fois les deux couples ou les quatre grains partiels. Rien de tout cela n'avait lieu. Bien plus, les prétendus noyaux des grains partiels, surtout en *a* et *b*, faisaient des saillies considérables à l'extérieur du grain composé ; ils s'éloignaient évidemment du centre à mesure que le grain croissait. C'est assurément que ce grain ne fut pas formé par la superposition des couches. Nous verrons plus loin quelle a dû être son origine. Il me paraît déjà clair dès à présent que cette théorie n'explique point les faits mêmes sur lesquels elle est fondée. Cependant elle a été admise par bon nombre d'anatomistes, et elle a reçu une sorte de confirmation par la découverte que M. Crüger a cru faire de la *substance de transition*, entre le protoplasma et l'amidon, à la place même où ces couches devraient prendre naissance. Il est donc important de discuter avec soin les observations de M. Crüger.

Une des plantes qui ont été le plus utiles à cet anatomiste est le *Dieffenbachia Seguine*. C'est précisément de cette plante que je me servirai pour faire ressortir la vérité.

Nous avons vu que M. Crüger admet que le grain d'amidon naît toujours fixé au protoplasma pariétal de la cellule, et que, se basant sur ce que, dans les grains allongés du *Dieffenbachia*, le centre organique, qu'il appelle le *noyau*, est toujours à l'extrémité la plus éloignée de ce point de contact ou d'attache, il en a conclu que toutes les couches sont produites à ce point d'attache par le protoplasma environnant. Préalablement convaincu qu'il était de cette idée, il n'a pas dû lui être bien difficile de se persuader de l'existence d'une substance de transition. Puisqu'elle devait exister, il a dû la trouver. Je ne chercherai point à démontrer qu'elle n'existe pas ; je vais puiser mes arguments dans des faits plus faciles à observer.

Dans le *Dieffenbachia Seguine*, l'amidon naît, ai-je dit, dans le protoplasma, qui est coloré en vert dans les cellules voisines de la circonférence de la tige, et qui est, à cause même de cette couleur, plus facile à étudier. On trouve fréquemment éparses, dans les cellules, des petites masses protoplasmiques vertes, desquelles on voit sortir un petit grain qui s'allonge peu à peu en un corps souvent très grêle. Les figures 50 à 62 de la planche 6 en représentent à divers degrés de développement. Il y a quelquefois deux grains d'amidon sortant de la même petite masse, comme le montrent les figures 59 et 60. Quand ces grains allongés et grêles ont acquis une certaine dimension, on y remarque des couches unilatérales disposées concentriquement par rapport au prétendu noyau *c* qui se trouve près de l'extrémité opposée au protoplasma vert (pl. 6, fig. 61). Assurément une telle disposition est bien capable de séduire un esprit prévenu. Mais quand on examine les choses plus minutieusement, on ne tarde pas à s'apercevoir que l'on est trompé par de simples apparences. En effet, en étudiant l'amidon dans des cellules plus voisines du centre de la tige, on reconnaît que les grains ne sont pas le plus souvent cylindroïdes ou allongés, comme ceux que représentent les figures 61 et 62, pl. 6, et la figure 45, pl. 9. On voit qu'ils sont considérablement épaissis vers l'extrémité qui entoure le prétendu noyau *c* (pl. 9, fig. 37 et 38). Cette observation éveille déjà l'attention ; cependant elle peut être encore expliquée par la théorie de la superposition ; car on peut supposer que du côté du point d'attache *p* le grain est devenu graduellement plus grêle, à mesure que la production de la substance amylacée a diminué. Il est vrai que cette hypothèse serait fortement contredite par cela que les couches ont précisément plus d'épaisseur du côté de ce point d'attache, en sorte que le rétrécissement du grain ne saurait être attribué à l'affaiblissement de la sécrétion amylacée. Mais il est des formes encore plus difficiles à comprendre par la théorie de la superposition ; ce sont celles des grains chez lesquels l'accroissement a changé de direction, tels que ceux qui sont représentés par les figures 40, 41, 42 et 44, pl. 9. Dans la fig. 40, par exemple, les couches les plus épaisses ne sont plus tournées vers le point d'insertion *p* du grain. Cette insertion avait lieu à l'extrémité d'une sorte de court pédicule *p* perpendiculaire cette fois au grand axe du grain. On ne saurait concevoir comment un affaiblissement graduel, et encore moins une diminution brusque de la sécrétion, pourraient amener une telle insertion latérale. Dans la figure 44, le pédicule latéral *p* est si court, qu'il est presque nul. Il ne pourrait être expliqué par une suspension brusque de la sécrétion, parce que cette hypothèse est incompatible avec la position latérale de ce pédicule ; car si la sécrétion avait été supprimée tout à coup, l'accroissement n'aurait pu changer de direction, l'insertion ne serait pas latérale. La formation de ce pédicule a nécessairement dû précéder le grand accroissement du grain.

Cette vérité devient plus évidente encore par l'examen de grains semblables à celui que représente la figure 39 de la même planche 9. Dans ce grain, qui était parcouru longitudinalement par une cavité, l'insertion avait lieu par le point le plus étroit *p*, où les couches sont nulles. Et cependant les couches avaient continué à se développer sur les autres points de la surface ; elles ont même la plus grande épaisseur précisément à l'extrémité opposée au point d'insertion. Ici l'esprit le plus prévenu ne saurait méconnaître la vérité. Je dirai plus loin comment cette disposition a pu être produite. Je me bornerai ici, en terminant ces remarques sur la théorie de M. Crüger, à faire observer que la structure même du point d'insertion est contraire à cette théorie ; car, si la théorie est vraie, les couches nouvelles, c'est-à-dire les plus externes, doivent être concentriques comme celles sur lesquelles elles se superposent. Dans ce cas, l'insertion du grain doit toujours avoir lieu par une surface courbe ; et pourtant il n'en est pas ainsi. Presque toujours ce point d'insertion présente une dépression en sens inverse de la concentricité du grain (pl. 9, fig. 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 46, en *p*) ; quelquefois cette dépression forme même un enfoncement assez considérable relativement, comme celui de la figure 37, *p*. C'est que, dans ce point, ce n'est pas la substance étrangère qui se moule sur l'amidon qu'elle doit accroître, d'après la théorie, c'est au contraire l'amidon qui tend à recouvrir la petite masse protoplasmique, laquelle masse, sans concourir directement à la multiplication des couches, paraît contribuer à la nutrition du grain, en lui fournissant des sucs qu'il élabore et utilise à son agrandissement.

Je vais citer maintenant quelques faits que M. Crüger aurait pu invoquer en faveur de sa théorie, et qui sont relatifs à ce mode de nutrition par le protoplasma. L'un de ces faits consiste en ce qu'un grain d'amidon du *Dieffenbachia Seguine*, amené, sans doute accidentellement par son accroissement, au contact d'une deuxième petite masse protoplasmique, s'accroît davantage à ce point de contact ; il s'y fait une éminence quelquefois considérable, comme celle que présente la figure 42 en *p'*, pl. 9. Cette éminence ne résulte point de la superposition de couches nouvelles, mais de l'alimentation plus grande de ces couches qui se trouvent au contact du protoplasma. Nous verrons plus loin, en effet, que chacune des couches a son accroissement propre, indépendant de l'accroissement de toute autre partie du grain.

Voici un autre fait analogue au précédent, et qui conduit à la même conclusion ; il est fourni par l'amidon du *Phajus grandiflorus*, qui, ainsi que nous l'avons vu, naît dans une vésicule chlorophyllienne, au milieu d'un protoplasma vert (pl. 5, fig. 12, 13, 14, 15, *a*). Pendant son accroissement, ce grain, après la disparition de la vésicule, conserve longtemps une couche protoplasmique sur sa partie la plus élargie (pl. 5, fig. 16 et 17), à la nutrition de laquelle partie elle concourt évidemment. Mais, quand cette couche protoplasmique a disparu, le grain n'en continue pas moins son évolution, et, dans ce cas, il arrive assez fréquemment que l'extrémité opposée prend un développement très considérable. La figure 9 de la planche 11 en est un bel exemple : *A* représente la base du grain, sa partie la plus âgée ; *CDO*, sa partie la plus jeune. C'est en *A* qu'avait été le protoplasma vert. Or cette partie *A* a conservé l'aspect de la base des grains du *Phajus grandiflorus ;* elle est restée stationnaire pendant que l'extrémité *CDO* grossissait. D'un autre côté, cette extrémité *CDO* n'a pas grossi par la superposition de couches nouvelles, puisque les couches *A*, *B*, sont superposées aux couches *C*, celles-ci aux couches *D*, *E*, et ces dernières aux centres organiques *O*, *O*. La partie *A* étant la plus âgée, la formation des couches a donc été centripète.

La théorie de la superposition des couches ne pouvant être soutenue, il faut chercher ailleurs la cause du développement du grain d'amidon. Nous trouverons cette cause, ou plutôt le mode d'accroissement de ce grain, en étudiant avec soin celui-ci depuis sa naissance (qui a été décrite dans le chapitre précédent), et en le suivant jusque dans ses phases les plus avancées. Dès le début de cette étude, nous aurons l'occasion de remarquer que la théorie qui considère le grain d'amidon comme une masse compacte dans toute son épaisseur, masse dont la densité va décroissant vers le centre où la substance serait plus molle, mais cependant toujours solide, jamais liquide, est également erronée en ce qui concerne la déduction que M. Nägeli en a tirée, savoir : que le grain d'amidon n'est pas une vésicule dont la végétation soit comparable à celle de la cellule. Les théories de MM. Payen et Nägeli sont vraies en ce qui regarde l'ordre de formation centripète des couches, mais elles sont erronées en ce qui concerne le mode de formation de ces couches. Il n'est point vrai que l'accroissement ait lieu, comme le pense M. Payen, par un orifice en forme d'entonnoir (*Chimie industrielle*, 1855, p. 455 ; *Ann. sc. nat.*, 1838, t. X), par lequel la substance amylacée serait introduite dans l'intérieur du grain, où elle s'accumulerait, presserait contre les premières parties agrégées, les gonflerait, puis serait pressée à son tour par une nouvelle quantité de matière, qui bientôt encore recevrait et transmettrait la pression d'un autre flot de la sécrétion. Les gonflements successifs qui résulteraient de l'introduction de chaque flot de substance amylacée produiraient les couches observées. Suivant M. Nägeli, au contraire, il se formerait d'abord, par superposition des molécules, un globule primitif, dans lequel, par la séparation d'un noyau et d'une couche enveloppante, naîtraient de l'exfoliation de ce noyau central, à la fois, et à une ou plusieurs reprises, de la circonférence au centre, une couche plus molle et une couche dense, qui subiraient plus tard les modifications que j'ai décrites dans le résumé de l'ouvrage de ce savant.

MM. Nägeli et Payen combattent d'ailleurs la nature vésiculaire du grain d'amidon. C'est cependant cette nature vésiculaire qui a la plus grande analogie avec celle de la cellule, que je vais essayer de démontrer.

Tous les anatomistes savent que le caractère distinctif principal de la membrane externe du grain d'amidon consiste dans la résistance de cette membrane à l'action de l'acide sulfurique, qui dissout la substance intérieure, et distend seulement l'enveloppe externe. Ce n'est que par l'action un peu prolongée de l'acide sulfurique concentré que cette enveloppe est dissoute.

Or cette enveloppe provient de l'agrandissement du globule originel qui ne bleuissait pas par la solution d'iode, ou qui prenait seulement une teinte chocolat. Ce globule a grossi. Un point bleuissant sous l'influence de l'eau iodée s'est manifesté dans son intérieur (pl. 6, fig. 5 *b*, 10, 12, 13, 14, 15) ; le point a grandi avec l'extension de la matière enveloppante ; sa substance s'est stratifiée en se solidifiant de la circonférence au centre, ainsi que je le dirai plus loin, et la solidification s'est étendue quelquefois jusqu'au point central. C'est parce que l'on trouve certains grains évidemment solides dans toutes leurs parties, après leur accroissement, que l'on refuse à ces petits organes la nature vésiculaire, et une végétation comparable à celle de la cellule. Que l'on étudie les poils en navette de la face inférieure des feuilles de l'*Hakea Victoria*, on verra que ces poils, à parois minces dans la jeunesse, sont quelquefois entièrement pleins dans un âge avancé; ils ne présentent alors aucune trace des cavités qu'ils ont offertes antérieurement, et cependant personne ne doutera qu'ils aient une origine cellulaire. Il en est de même des grains d'amidon ; ils ont contenu dans le principe une substance de consistance protoplasmique ou même tout à fait liquide, dans laquelle on peut alors voir parfois le déplacement des particules qui y sont en suspension. Cette consistance de la matière intérieure varie suivant l'abondance ou la rareté du principe amylacé. Le plus ordinairement, chez une même espèce, tous les grains sont à peu près également riches en amidon ; cependant il est des plantes chez lesquelles les grains amylacés présentent des aspects très différents : les uns sont complétement opaques, tandis que les autres, en plus petit nombre, il est vrai, sont tout à fait ou plus ou moins transparents. C'est ce qui se passe dans l'intérieur de ces grains transparents, c'est-à-dire les moins riches en principe amylacé, qu'il faut chercher à reconnaître pour acquérir une idée exacte de la nature du grain d'amidon. Une étude attentive y fait apercevoir des phénomènes qui pourront jeter beaucoup de lumière sur plusieurs faits incompris concernant l'histoire de la cellule elle-même.

Parmi ces grains transparents, on en trouvera dans lesquels il est très facile de constater l'existence d'un contenu entièrement liquide. Pour bien s'en assurer, il suffit d'avoir la patience de chercher les états convenables au milieu de grains à degrés d'évolution souvent très divers. Une des plantes les plus favorables pour cette observation est l'*Iris florentina*. Dans la partie jeune de son rhizome, au milieu des grains opaques et de formes variées auxquels il donne naissance, on trouvera des grains transparents qui montreront les phénomènes suivants. Il y en a, en effet, qui consistent en une vésicule extrêmement mince, renfermant un liquide dans lequel est suspendue une matière grumeuse, blanchâtre, d'aspect floconneux, que l'endosmose peut faire mouvoir. Chez les uns, cette substance est éparse dans la vésicule et en faible proportion ; chez d'autres, la quantité de cette matière floconneuse augmente au pourtour de la cavité vésiculaire. Elle ressemble alors à une couche de protoplasma plus ou moins riche en matière solidifiable. Cette couche, d'abord vaguement déterminée, laisse sur la membrane de la vésicule un ou deux espaces libres, qui prennent l'aspect de petits canaux traversant cette couche périphérique, et prolongeant par conséquent la cavité centrale jusqu'à la membrane enveloppante.

Au début de la formation de cette couche, quand la substance floconneuse (que je ne puis mieux comparer qu'avec du blanc d'œuf en voie de solidification par la chaleur) n'est pas encore bien condensée, on peut la voir changer de place, de manière que, là où il se formait un canal, la substance environnante se rapproche, tandis qu'un vide se fait sur un autre point. Ces changements sont dus, selon toute probabilité, à l'eau du porte-objet qui pénètre dans la vésicule, et vient y déranger l'ordre préétabli. Au contraire, dans des vésicules où la couche périphérique, par l'augmentation de la densité de sa matière, a pris plus de solidité, de manière que l'aspect floconneux primitif est entièrement remplacé par une homogénéité parfaite de la substance, comme cela est représenté par les figures 51, 52, 53 et 54 de la planche 9, dès ce moment, la couche a beaucoup de fixité, et n'est plus susceptible d'être dérangée par les courants osmotiques. Très souvent la substance solidifiable se répartit fort inégalement dans l'intérieur de la vésicule ; elle s'y condense de manière à produire des configurations très diverses : car, 1° la couche qu'elle forme est tantôt à peu près d'égale épaisseur partout, comme dans les figures 52 et 53, pl. 9 ; 2° tantôt la couche périphérique engendrée est très inégale, comme le montre la figure 76, pl. 9 ; 3° d'autres fois des pores sont ménagés à travers cette couche, comme l'indiquent les figures 54 *t*, 77 *t* ; 4° ailleurs, au contraire, il se fait des proéminences plus ou moins coniques, comme dans les figures 56 et 82, pl. 9 ; 5° ailleurs encore, les proéminences, qui, du reste, sont susceptibles d'accroissement, ainsi que je le dirai bientôt, sont beaucoup plus considérables (pl. 9, fig. 57, 58 et 59) ; 6° dans d'autres vésicules, ce sont des cloisons complètes qui ont été formées dans la cavité, comme l'indiquent les figures 55 *s* et 61 *s* de la même planche 9. Quelquefois il n'y a qu'une cloison ; dans d'autres circonstances, il y en a plusieurs, comme dans la figure 81, pl. 9, qui en présente cinq, et par conséquent cinq petites logettes à la place de la cavité originelle.

D'autres plantes présentent des phénomènes analogues. Ainsi les grains les plus pauvres en principe amylacé dans la souche des *Chelidonium majus* et *quercifolium* sont aussi très convenables pour démontrer la nature vésiculaire de ces grains. On en voit dont le plasma est réduit à une couche mince qui revêt la face interne de la vésicule (pl. 10, fig. 28 et 29) ; très souvent cette couche amylacée se partage en petites masses (pl. 10, fig. 30, 39, 40, 41, etc.) qui rappellent celles que j'ai signalées dans les cellules de beaucoup de plantes, en traitant de la naissance des grains d'amidon.

Parmi les Graminées, le genre *Elymus* présente, à un état plus permanent, quelques-uns des phénomènes offerts par l'*Iris florentina.* Je veux parler du peu de cohésion de la substance centrale du grain d'amidon, qui assurément n'est pas réunie en un noyau solide. A l'état sec même, ce peu de cohésion est très sensible. Quand on met sur le porte-objet de l'amidon de l'*Elymus striatus*, on remarque que tout le contenu des grains les plus transparents est comme floconneux. Des sortes de grumeaux blancs sont irrégulièrement répandus dans la cavité de la vésicule, comme le montre la figure 4 de la planche 9; il n'y a absolument aucune trace de stratification, et les flocons peuvent être vus se déplaçant sous les yeux de l'observateur. D'autres fois, comme le représente la figure 5, pl. 9, sa substance possède une sorte de stratification irrégulière, mal déterminée. Cependant on remarque vers la périphérie du grain une couche assez épaisse, qui est l'indice d'un commencement de solidification, je n'ose pas dire de stratification, du contenu de la vésicule. Chez d'autres grains, la stratification est plus nette à la circonférence; il reste au centre une grande cavité pleine de liquide avec des flocons en suspension. On ne trouve donc point dans ces grains d'amidon de l'*Elymus striatus* de noyau solide central, susceptible de s'exfolier concentriquement pour produire une stratification régulière. On observe dans ces grains des grumeaux, des flocons assez peu cohérents, même dans le grain sec, pour être déplacés par le liquide qui y pénètre par endosmose.

D'un autre côté, une multitude de grains vivants portent l'indication précise d'une ou plusieurs cavités, souvent de très grande dimension relativement au volume du grain. Les grains secs sont aussi très instructifs; mais je ne veux pas les donner comme des preuves suffisantes, parce que les auteurs qui n'admettront pas la manière de voir que je soutiens, pourront les récuser sous le prétexte d'une contraction dont la substance centrale, plus aqueuse, aurait été le siége. Je ferai remarquer toutefois que s'il existe une contraction assez grande pour déterminer l'aspect d'une large cavité, dont les bords ne sont pas fissurés par cette contraction de la substance, c'est que le contenu, au lieu d'être aussi solide qu'on paraît le penser, devait être tout à fait liquide ; c'est ce que montre, en effet, l'amidon d'un très grand nombre de plantes. Dans une multitude de grains (chez l'albumen de certaines Polygonées, le *Rheum undulatum*, par exemple, et dans beaucoup de Graminées, etc.), dans lesquels l'assimilation est faible, il subsiste une cavité relativement grande après la dessiccation, et même aussi pendant la végétation. Les plus gros grains du *Rheum undulatum* sont fort remarquables sous ce rapport, surtout au moment de l'apparition de l'amidon dans les cellules ; quoique gros d'un centième de millimètre, ils n'ont souvent qu'une couche amylacée fort mince, aussi la cavité est-elle fort grande.

Je dirai tout de suite que si les grains des espèces d'amidon les plus connues, comme ceux du froment, de la pomme de terre, et quelques autres, ne présentent pas de la sorte une grande cavité ; s'ils ne font voir tout au plus qu'une petite excavation que l'on a appelée le *hile*, et de laquelle partent souvent des fentes, que la contraction, en déchirant la partie la plus aqueuse du grain, a déterminées (1), c'est que la puissance assimilatrice du plasma amylacé y est plus grande qu'ailleurs. L'amidon de la racine de Colombo est fort remarquable à cet égard, et dans un grand nombre de grains il en est ainsi, la dessiccation n'agrandit point la cavité souvent très petite qui reste ; elle déchire seulement les couches les plus aqueuses qui sont les plus jeunes et les plus centrales. Il arrive même quelquefois que cette cavité est tout à fait nulle dans le grain mûr, quand l'assimilation opérée par le plasma a été assez énergique pour fixer une abondante quantité de matière qu'elle a solidifiée en la transformant en amidon.

On voit par ce qui précède que, chez beaucoup de grains d'amidon qui ne sont pas très riches en principe amylacé, il se fait seulement une couche périphérique plus ou moins épaisse (pl. 9, fig. 11, 12, 13, 14, 52, 53, 76, 119, etc.), régulière, dans laquelle sont ménagés quelquefois des canaux de pores comme ceux de la figure 11 en *r*, pl. 9, qui fut donnée par le *Rheum undulatum*, et ceux des figures 20 *r*, 54 *t*, 77 *t*, etc. Dans le *Rumex montevidensis* Spreng., on remarque dans quelques grains une cloison transversale (pl. 9, fig. 12 en *c*), semblable à celle qui a été décrite dans l'*Iris florentina*.

---

(1) Il ne faut pas confondre cette lacération des couches avec la cavité centrale irrégulière, due à un accroissement inégal de la substance intérieure du grain, lequel accroissement sera décrit plus loin. Les figures 17, 18, 19, 21, pl. 9, et la figure 12, pl. 11, montrent des cavités sans lacération des couches. La figure 82, pl. 10, et les figures 13, 14 et 15, pl. 11, font voir des déchirures.

Dans l'amidon des Panicées, on découvre très souvent aussi des canaux de pores à travers la couche amylacée, comme l'indiquent avec certitude les figures 24 *b* (pl. 9) de l'amidon du *Pennisetum longistylum*, 26 *b* de l'amidon du *Setaria compressa*, 27 *b c* de celui du *Panicum ciliare* Retz, etc.; mais quand les grains d'amidon de l'albumen des Panicées sont avancés en âge, ils présentent un phénomène que je n'ai guère observé que dans ce groupe de plantes, et à un beaucoup plus faible degré chez des *Andropogon* et quelques autres végétaux peu nombreux. C'est que ces grains les plus âgés offrent une multitude de petites fentes rayonnantes, extrêmement étroites, qui font éclater le grain sur un grand nombre de points, principalement quand on le met dans l'eau. Ces fentes nombreuses communiquent aux grains les plus vieux de diverses espèces de la tribu des Panicées la singulière apparence que possèdent les figures 23 en *a*, *e*, 24 en *a*, 25 en *a*, 22 en *c*, etc. La figure 23 ne donne qu'une très faible idée de l'extrême division à laquelle arrivent certains grains des *Cenchrus spinifex* Cav., *echinatus* L., et *tribuloides*, etc. La figure 26 *a*, pl. 9, est celle d'un grain d'amidon du *Setaria compressa*. Doit-on confondre ces stries rayonnantes si fines avec les véritables pores de ces grains que représentent les figures 24 en *b*, 26 en *b*, et 27 *b*, *c*? Je le pense d'autant moins, que les fentes qu'elles produisent partent souvent de la circonférence du grain. Je suis porté à croire que cette extrême division qui s'observe particulièrement à un si haut degré chez les vieux grains des *Cenchrus* que j'ai cités, a pour cause un changement d'état d'agrégation moléculaire que démontre parfaitement l'action du chlorure de chaux sur les grains d'amidon de la pomme de terre.

Ce dernier amidon offre un des plus beaux exemples que l'on puisse citer pour la stratification à couches composées. On y distingue, en effet, parfaitement bien des couches de divers ordres, ainsi qu'on le verra dans le chapitre suivant. Il y a au centre organique du grain un certain nombre de couches dont la substance plus molle se contracte, et se fend en se desséchant. C'est dans cette partie plus molle que me paraît commencer la modification de l'état moléculaire.

Quand on traite à froid de la fécule de pomme de terre par le chlorure de chaux, et qu'on l'examine après quelques semaines, on trouve un certain nombre de grains qui ne présentent plus aucune trace de leur structure primitive. Les couches ont complétement disparu. Elles sont remplacées par des fibres ou des sortes de cristaux fibreux, qui sont tous dirigés vers le centre organique *c*, comme l'indique la figure 1 de la planche 11. Quand ces grains n'ont pas été cassés, leur forme extérieure n'a pas changé; leur surface est tout à fait lisse, et souvent rien n'annonce au dehors la modification qu'ils ont subie. Si, au contraire, ils ont été froissés ou fracturés sans que leurs parties soient séparées les unes des autres, leur surface pourra être inégale comme celle du grain qui est indiqué par cette figure 1, pl. 11. Les fortes lignes noires marquées dans la figure, montrent la forme que les fragments possèdent quand ils sont isolés. Cette forme est celle d'une sorte de triangle ou de cône irrégulier, dont le sommet s'infléchit vers le centre organique, et dans lequel toutes les fibres élémentaires ont la même direction. La structure singulière de ces grains rappelle donc celle des rognons de la pyrite de fer à cristaux fibreux rayonnants.

Si l'on compare les grains d'amidon les plus âgés et les plus fendillés des *Cenchrus spinifex* et *echinatus*, ceux du premier surtout, après qu'ils ont resté quelques minutes dans l'eau du porte-objet, on est frappé de la similitude de leur aspect avec celui des grains de la pomme de terre, que je viens de signaler. Il y a encore un autre trait de ressemblance dans les divers degrés de division par lesquels passent ces grains de plusieurs Panicées et ceux de la pomme de terre; car on découvre chez ces derniers le début du phénomène dans des grains qui montrent encore leur stratification. J'ai remarqué, en effet, chez quelques-uns, que des stries rayonnantes très fines n'existent encore que d'un côté du centre organique, qu'insensiblement elles se multiplient autour de ce centre et s'étendent dans toutes les directions. Ces stries traversent ainsi toutes les couches, qui plus tard disparaissent complétement et font place à des fibres de la plus grande délicatesse.

On a donc là l'exemple d'un corps organisé, composé de couches qui ont leur végétation propre, perdant peu à peu sa structure stratifiée pour revêtir une apparence cristalline.

A. Formation des couches.

Les faits qui viennent d'être mentionnés prouvent donc que le grain d'amidon est une vésicule contenant un plasma analogue au plasma de la cellule. Je vais examiner maintenant comment ce plasma, par une végétation spéciale, engendre la stratification qui a été l'objet de tant de débats de la part des phytotomistes.

Le plasma amylacé, ai-je dit, est plus ou moins riche. Quand il est trop riche, la vésicule est opaque, et l'observation est impossible. Heureusement il existe des sortes d'amidon qui, sans être pauvres en principe amylacé, offrent normalement un état tel, que l'on peut suivre chez tous les grains, à un âge convenable, la naissance successive des couches de la circonférence au centre. De ce nombre sont les grains d'amidon de plusieurs Légumineuses, du *Lathyrus incurvus*, par exemple, dans la vésicule duquel on peut voir, à la périphérie, des couches denses brillantes, et des couches plus ternes, jaunâtres, se confondant de plus en plus avec le plasma central, dont on ne distingue les plus jeunes qu'avec beaucoup d'attention.

La figure 8, pl. 9, donne une idée de la manière dont ces couches apparaissent. Les premières se forment donc sous la membrane vésiculaire. Ces couches n'ont d'abord que peu de densité, ce que l'on reconnaît à l'aspect moins brillant, plus terne qu'elles présentent, et à leurs limites interne et externe indécises.

A cause de cela, elles semblent d'abord un peu distantes les unes des autres; mais peu à peu l'espace qui paraissait les séparer se rétrécit par la solidification ou plutôt par l'assimilation de nouvelles quantités de substance amylacée, et non, comme le croit M. Nägeli, parce qu'un noyau central, en s'exfoliant, sépare de sa propre substance une couche plus molle et une plus solide (1). C'est en réalité parce que la matière intérieure du grain, d'une fluidité ou d'une mollesse plus ou moins grande, suivant la richesse du plasma, s'organise graduellement en couches de la périphérie vers le centre.

Les couches ainsi formées, nées de la végétation du plasma de la vésicule, continuent elles-mêmes de végéter. En s'assimilant de nouvelles particules du suc, qu'elles puisent dans la cellule, elles peuvent s'étendre dans tous les sens en conservant une régularité parfaite sans s'épaissir notablement. Elles donnent lieu ainsi à une stratification parfaitement uniforme de tous les côtés du grain (*Ervum*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Cicer*, etc.). Au contraire, dans beaucoup d'espèces d'amidon, elles s'épaississent quelquefois considérablement tout en s'étendant. Elles se nourrissent donc, elles s'accroissent par intussusception, d'une manière tout à fait analogue à celle que j'ai signalée chez les membranes utriculaires dans mon *Mémoire sur les formations secondaires dans les cellules végétales*, publié en 1854 et déjà signalé plus haut.

Cette extension des couches, ou mieux des membranes (car ce sont des membranes vivantes qui ne s'accroissent pas seulement par la simple interposition de couches moléculaires nouvelles entre les anciennes, mais par l'action physiologique de ces membranes, qui empruntent à la cellule des éléments qui n'ont pas leur constitution, leur arrangement moléculaire, mais qui sont façonnés dans la vésicule amylacée); cette extension des membranes, dis-je, est nécessaire pour que de nouvelles couches ou membranes puissent être produites vers le centre. Les grains d'amidon conservent pendant longtemps, et probablement pendant toute la durée de leur accroissement, la faculté de multiplier leurs couches par ce plasma central, car le grain que montre la figure 9, pl. 11, donne un exemple d'une telle multiplication de couches en *o*, *o*, après une longue période de végétation, puisque ce grain avait un dixième de millimètre de diamètre quand les dernières couches ont été produites. Ces faits sont en opposition avec la manière de voir de M. Nägeli, qui, d'après l'examen de certains grains, chez lesquels en effet les couches primaires sont en petit nombre, pense que son prétendu noyau s'exfolie une, deux ou un petit nombre de fois, après quoi il resterait stationnaire dans les grains à structure excentrique.

---

(1) *Note de l'auteur.* — M. Nägeli, admettant que le noyau qui s'exfolie concentriquement isole à la fois une couche plus molle extérieure et une couche plus solide interne, pense que la couche plus molle se solidifie ultérieurement comme la couche plus solide.

Chez les grains très riches en principe amylacé, c'est-à-dire, chez ceux où l'assimilation est puissante, les couches peuvent se multiplier jusqu'auprès du centre, et ne pas laisser de cavité proprement dite, parce que le plasma qui occupe le centre organique devient lui-même solide. Si la substance centrale est moins riche, les couches ne se multiplient pas jusqu'au centre ; il y reste une cavité nettement limitée (pl. 9, fig. 9) si les couches produites continuent de végéter plus longtemps que le plasma central, qui s'épuise tout à fait. La cavité est au contraire mal déterminée, si les couches les plus internes étaient encore imparfaites quand la végétation a été suspendue. Alors ces couches, étant très molles, quelquefois de consistance muqueuse, s'affaissent avec le reste du plasma sur les couches mieux consolidées, en se desséchant, comme ferait un simple mucilage. Chez un grand nombre de grains, les couches centrales, qui renferment encore beaucoup d'eau au moment où la végétation cesse, se fendent par la contraction qu'elles éprouvent pendant la dessiccation. Si l'espace contenant le plasma était seulement de très petite étendue, ces fentes donnent lieu à ce que quelques auteurs ont nommé un *hile étoilé* (pl. 10, fig. 82; pl. 11, fig. 13, 14, 15). Nous verrons plus loin que le prétendu hile étoilé peut avoir une autre origine.

Dans beaucoup de plantes, les grains d'amidon présentent une grande cavité entourée par une couche plus ou moins épaisse, en apparence homogène (pl. 9, fig. 12, 13 et 14). C'est que, dans ce cas, la stratification est souvent masquée par de la substance amylacée qui les imprègne, qui les incruste en quelque sorte.

C'est donc la richesse du plasma amylacé qui règle l'étendue de la cavité. Mais cette richesse du contenu de la vésicule amylacée n'est pas ordinairement accidentelle; elle est liée à la nature de la plante, à la nature même de l'organe qui produit un amidon donné. C'est pour cela que dans l'albumen de beaucoup de Graminées, de plusieurs Polygonées, et en particulier dans celui des *Rumex*, dont j'ai étudié un assez grand nombre d'espèces sous ce rapport, les grains amylacés offrent généralement une cavité relativement grande; tandis que dans l'amidon de la pomme de terre et dans bon nombre d'autres fécules, la cavité est relativement fort petite, et même entièrement nulle dans beaucoup de grains.

C'est sur l'observation des grains les plus riches en matière amylacée qu'est fondée l'opinion qui veut que le grain d'amidon soit un corps complétement solide. Il est bien certain que quand on traitera de tels grains par le chlorure de chaux, comme l'a fait M. Payen, ou par le ferment de la salive, comme l'a décrit M. Nägeli, on trouvera toujours un noyau solide; mais il sera d'autant moins consistant, que l'on arrivera plus près du centre, si le grain est vivant, et surtout en voie d'accroissement.

M. Nägeli qui, dans son travail de 1858, nie la nature vésiculaire du grain d'amidon, prétend que là où il avait autrefois observé une cavité, c'est qu'une cause accidentelle de dissolution, à la vérité fort rare, avait agi sur ces grains. Il ne dit point quelle a pu être cette cause. Il eût été important cependant de renseigner les anatomistes à ce sujet. Dans tous les cas il faudrait, au contraire, qu'une telle cause accidentelle de dissolution fût très commune, puisque l'on rencontre si fréquemment des grains montrant manifestement une cavité.

Après l'examen des divers exemples que j'ai cités, il est impossible de partager l'opinion de M. Nägeli. D'ailleurs, la vérité est si puissante, et il est si difficile de ne pas tomber dans quelque contradiction en présence des faits, quand on soutient une théorie erronée, que M. Nägeli lui-même, dans plusieurs chapitres de son livre, est ramené vers la vérité, qu'il combat à chaque page. Il me suffira d'indiquer quelques passages de son ouvrage pour convaincre le lecteur de l'incertitude de ce savant.

A la page 223, M. Nägeli parle de grains dont les noyaux sont formés d'une substance paraissant rougeâtre, extrêmement aqueuse, *qui ressemble davantage à un espace creux*. A la page 310, il dit aussi : « Quand il arrivera réellement que dans le *noyau mou* se condense une masse centrale, celle-ci doit alors se conduire comme le jeune grain solide. Après qu'elle a atteint une extension déterminée, une *cavité* remplie d'une substance molle se forme dans l'intérieur. » J'ai montré plus haut combien cet observateur est embarrassé pour prouver l'existence de son noyau globuleux que l'on n'aperçoit pas toujours, dit-il à la page 251.

On voit par ces passages que, malgré ses dissolutions accidentelles hypothétiques et ses autres arguments, M. Nägeli est ramené par la puissance des faits à énoncer ce qui est réellement. Malgré l'évidence manifestée par ces observations mêmes, ce savant, comme tous les auteurs de théories préconçues, plutôt que de se résigner à admettre les faits tels que l'observation les donne, à accepter un espace creux, une cavité là où il la voit, se montre quelquefois très ingénieux à faire rentrer les faits contradictoires dans la loi qu'il pose. Il n'est pas inutile de faire ressortir de telles contradictions ; elles montrent combien il faut se tenir en garde contre ses propres préjugés. Je citerai donc encore un autre passage qui se rapporte à l'apparition des couches, et qui montre quelle importance l'auteur attache à l'existence d'un noyau solide. M. Nägeli admet en principe que les couches apparaissent de la circonférence au centre ; mais, à la page 235, il dit que l'on peut faire deux hypothèses pour expliquer ce phénomène. Ou la substance est réellement homogène au commencement, et une nouvelle formation de couches denses a lieu dans son intérieur ; ou bien *cette substance en apparence homogène est en réalité composée de couches de consistance différente, mais la différence est trop faible pour être reconnue ;* aussitôt que les couches déjà plus denses prennent encore plus de substance, elles deviennent alors distinctes. La dernière explication, ajoute-t-il, est seule vraisemblable.

Ainsi, cela est clair, ce n'est pas, suivant M. Nägeli, un protoplasma qui s'organise en couches dans l'intérieur d'une vésicule, comme je le soutiens; ce n'est pas même un noyau homogène qui s'exfolie pour produire les couches, qui émet à la fois une couche molle et une dense, comme l'auteur le répète souvent; cette exfoliation ne serait qu'apparente. Ce noyau, qui semble homogène, serait formé, jusqu'au centre, de couches invisibles. Cette idée est, en effet, en parfaite concordance avec la théorie moléculaire du célèbre anatomiste, puisqu'il admet que, dès le principe, dès la formation du globule primitif, les molécules se juxtaposent en couches concentriques, et que, par la suite, l'accroissement est effectué par de nouvelles couches de molécules qui s'interposent entre les premières, là où la tension oppose le moins de résistance.

M. Nägeli fonde cette manière de voir principalement sur ce que, chez un grand nombre de grains, la stratification n'est pas apparente, bien qu'elle existe en réalité, et sur ce que, dans certains autres grains, les couches sont visibles d'un côté, quand elles ne le sont pas encore de l'autre. Ces faits, vrais en eux-mêmes, ne sont pas des preuves; car, de ce que les couches sont très souvent masquées, on ne doit pas conclure qu'il en existe toujours là où l'on n'en voit pas. On se convaincra aisément, par l'étude des grains à contenu grumeleux de l'*Elymus striatus*, de l'*Iris*, etc., et d'une multitude de grains qui, pendant leur végétation, offrent une grande cavité, que ces grains ne sont pas stratifiés jusqu'au centre.

La première preuve de M. Nägeli, basée sur ce que, dans beaucoup de grains, la stratification n'est pas apparente, bien qu'elle existe réellement, montre que ce savant n'a pas compris la cause de cette invisibilité des couches. D'après lui, comme on vient de le voir, cette cause serait la trop faible différence qui existerait dans la consistance de ces couches. Le traitement de l'amidon de la pomme de terre par le ferment de la salive prouve ce que l'on reconnaît déjà, au reste, chez beaucoup de grains à l'état naturel, savoir, que c'est une sorte de matière incrustante amylacée qui voile ces couches tantôt complétement, tantôt imparfaitement. Elle les laisse apercevoir quelquefois comme à travers une gaze légère ; d'autres fois, les couches sont entièrement cachées sur une partie du grain ; puis le voile est graduellement moins épais, et il laisse les couches complétement à découvert dans les autres parties du même grain d'amidon. Si c'est ce phénomène que M. Nägeli a voulu signaler en disant que les couches sont visibles d'un côté, quand elles ne le sont pas encore de l'autre, il se serait mépris sur ce point.

Quelle est l'origine de ce voile ou de cette matière incrustante amylacée ? Il me semble qu'elle est due à l'excès de la matière nutritive qui, n'étant pas absorbée par les couches et le plasma central, imprègne ces couches et les masque en totalité ou en partie. Cet amidon incrustant contient aussi une substance qui bleuit par l'iode, et une qui ne bleuit pas (1).

Si M. Nägeli a réellement observé des couches incomplètes (ce que je me garderai bien de contester, parce que je ne le crois pas impossible), a-t-il bien le droit de déduire que le côté invisible était entièrement formé ? Si un côté est plus avancé que l'autre dans son développement, ne peut-il pas avoir commencé à s'organiser dans le plasma amylacé un peu avant l'autre côté ?

---

(1) *Note de l'auteur.* — La manifestation de la matière qui bleuit et de celle qui ne bleuit pas sous l'influence de l'iode, m'a paru plus satisfaisante par l'emploi du ferment de la salive, parce que ce dernier agit avec moins de régularité que le chlorure de chaux. En effet, dans des grains d'ailleurs profondément attaqués, on apercevait des portions à contours très irréguliers colorables par l'iode, tandis que les autres parties étaient tout à fait sans couleur. Les observations faites sur de tels grains tendent à prouver, ce que, du reste, on pouvait penser *àpriori*, que la matière bleuissante est plus récemment introduite. Elle imprègne tout le grain, mais elle paraît en très petite quantité relativement au volume de celui-ci ; car lorsqu'elle a été enlevée par le chlorure de chaux, les couches semblent souvent n'avoir presque rien perdu de leur substance. Il en est de même dans les parties qui n'ont pas été trop altérées par le ferment de la salive. — Je ne pense pas que l'on puisse objecter que la majeure partie de la substance du grain d'amidon a subi une transformation sous l'influence du chlorure de chaux, et qu'elle a perdu ainsi la propriété de bleuir au contact immédiat de l'iode. Cette objection ne saurait être soutenue, il me semble, parce que, dans les modifications que les agents chimiques font éprouver aux substances cellulosiques, celles-ci se comportent toujours envers les agents de dissolution ou autres, comme si elles avaient perdu de leur force de cohésion : celles qui ne se dissolvaient pas dans le réactif ammoniaco-cuivrique, par exemple, reçoivent la propriété de s'y dissoudre ; celles qui ne bleuissaient pas au contact immédiat de l'iode sont amenées à bleuir en présence de ce corps. Or, si toute

Plusieurs autres considérations sont contraires à la théorie de M. Nägeli : telle est, par exemple, la formation des grains composés. En effet, si toutes les couches étaient formées d'avance jusqu'au centre du grain, il est probable qu'elles ne se désorganiseraient pas pour qu'il naisse des grains partiels à leur place ; elles suivraient leur développement normal. Il est donc beaucoup plus rationnel d'admettre tout simplement ce que l'on voit, c'est-à-dire que des couches sont produites les unes après les autres dans le plasma central, et que ces couches, d'abord à peine visibles, deviennent de plus en plus apparentes en se chargeant davantage de principe amylacé.

Relativement à l'apparition des couches incomplètes, j'opposerai, à l'avis de M. Nägeli, un fait qu'il ne récusera peut-être pas, puisqu'il compare en plusieurs endroits le grain d'amidon à un cristal. Ce fait consiste en ce que l'on voit parfois se former sous ses yeux, sur le porte-objet du microscope, des cristaux, dont un seul côté est d'abord apparent ; un deuxième côté est ensuite produit, puis un troisième, etc. Il est bien clair ici que les côtés que l'on ne voit point n'existent pas encore ; et souvent le cristal reste toujours incomplet. Pourquoi n'en serait-il pas ainsi de la formation des couches dans le grain d'amidon pour quelques cas rares (il est bien entendu que je me place ici au point de vue de M. Nä-

la substance du grain d'amidon avait normalement la propriété de bleuir aussitôt qu'elle se trouve au contact de l'iode, il faudrait que, par l'action du chlorure de chaux, elle eût acquis une cohésion plus forte que celle qu'elle possédait auparavant, puisqu'il faut ajouter de l'acide sulfurique pour déterminer la coloration en bleu ; ce qui serait contraire à tous les faits connus. De plus, il n'est guère supposable qu'un agent qui a la propriété de dissoudre une substance, puisse lui communiquer, dans les circonstances mêmes où il opère la dissolution, une cohésion plus forte, qui s'opposerait à cette dissolution. La substance non bleuie au contact immédiat de l'iode existe donc normalement dans le grain d'amidon.

geli, qui admet une certaine analogie entre le grain d'amidon et le cristal). N'est-il pas possible que la végétation soit plus avancée d'un côté que de l'autre. Un tel développement inégal serait-il sans une analogie plus ou moins éloignée avec l'épaississement des couches sur une partie restreinte de leur étendue, lequel épaississement inégal est hors de contestation, soit dans le grain d'amidon, soit dans les cellules. Il me paraît donc possible que la production d'une couche soit plus précoce d'un côté que de l'autre, de même qu'après sa formation elle peut s'épaissir d'un côté et non de l'autre.

Après avoir exposé le résultat de mes observations sur l'apparition des couches primaires dans une sorte de protoplasma amylacé plus ou moins aqueux, jetons un coup d'œil sur les formes principales que peut affecter ce grain pendant le cours de leur développement.

Quand ces couches se développent dans un grain né librement dans la cellule, le grain est ordinairement globuleux dans le principe, et la cavité centrale a par conséquent la même forme; quand, au contraire, le grain est né fixé à la paroi de la cellule, il peut être plus ou moins allongé. Dans ce dernier cas, les couches qui se développent dans son intérieur apparaissent autour d'une cavité, qui a aussi une forme plus ou moins allongée. Si ces couches, par la végétation ultérieure du grain, s'accroissent régulièrement sur toute leur étendue, la forme du grain est correspondante à peu près à celle de la cavité. Ailleurs, quand les couches se sont accrues irrégulièrement, la cavité n'est plus en rapport avec la forme actuelle de ce grain; mais elle répond ordinairement à la forme initiale de ce même grain.

Quand les couches se développent également dans toutes les directions (*Phaseolus*, *Vicia*, *Dolichos*, *Lathyrus*, *Pisum*, *Cicer*, *Ervum*, etc.), le grain conserve à peu près toujours la même forme : c'est-à-dire que s'il était globuleux dans le principe, il reste globuleux; s'il était allongé ou fusiforme, il conserve un diamètre plus grand que l'autre (pl. 9, fig. 9). Mais ce n'est pas là le cas le plus fréquent; le plus ordinairement, les couches, qui ont une végétation propre, ainsi que je l'ai dit, s'épaississent plus d'un côté que de l'autre, peut-être afin que le centre organique soit toujours placé le plus près possible de la circonférence, de manière à faciliter la nutrition du plasma central, dont les éléments sont puisés dans la cavité cellulaire.

Voyons maintenant comment s'accomplit cet épaississement. Il s'effectue d'une manière tout à fait analogue à ce qui se passe dans les membranes cellulaires. Tous les anatomistes croyaient, il n'y a pas longtemps, et beaucoup croient peut-être encore aujourd'hui, que toutes les couches qui constituent les parois des cellules les plus épaisses sont déposées successivement de l'extérieur vers l'intérieur, comme je l'ai indiqué tout à l'heure pour les couches primaires du grain d'amidon; mais, en 1854, j'ai montré que les membranes des cellules ont une végétation qui leur est particulière; qu'elles peuvent s'épaissir sans la juxtaposition de couches nouvelles qui leur soient étrangères, mais par la sécrétion d'éléments qui leur sont propres; qu'après s'être épaissies, elles se dédoublent, et peuvent produire ainsi deux, trois ou plusieurs couches, suivant la nature des cellules que l'on étudie.

Dans le mémoire que je viens de citer, je n'ai point décrit l'apparition des couches d'épaississement dans les cellules par dépôts successifs à l'intérieur des premières formées, parce que je ne l'avais pas constatée avec toute la précision désirable, et sans nier ce mode de formation des couches, je n'ai mentionné que des cas qui ne le présentent point (1). Aujourd'hui même, bien que je croie à ce dépôt centripète des couches secondaires dans certaines cellules, son mécanisme ne m'est pas encore suffisamment démontré; je ne sais pas encore avec certitude (parce qu'il m'a été impossible de le voir) si ces couches sont excrétées par l'utricule dite primordiale, ou si c'est la pellicule appelée ainsi qui se transforme en membrane cellulosique, et qui serait remplacée par une autre pellicule ou utricule protoplasmique, qui naîtrait ainsi à l'intérieur de celle qui l'a précédée, de la même manière que les couches amylacées se succèdent les unes aux autres. Cette dernière opinion me paraît la plus vraisemblable; mais sa vérification présente de grandes difficultés, parce que cette membrane est très mince, parce qu'elle naît au contact de la paroi cellulaire, et qu'on ne peut la distinguer qu'après l'en avoir écartée.

---

(1) *Note de l'auteur.* — J'ai fait voir aussi, dans mon travail sur l'origine de la cuticule, que certaines membranes de cellulose peuvent s'épaissir considérablement, quoiqu'elles n'aient aucun rapport direct avec les cellules sous-jacentes. Telle est la cuticule composée des Aloès, et des *Aloë verrucosa*, *subtuberculata*, *rhodacanta*, etc., en particulier, qui est séparée des utricules épidermiques et même des couches sous-cuticulaires qui couvrent ces utricules, par une scission complète, par une fente souvent très large, surtout au moment où s'opère la séparation.

Afin de mieux faire comprendre l'analogie qui existe entre l'épaississement des membranes cellulaires et celui des couches du grain d'amidon, je vais décrire une paroi cellulaire qui montre nettement la disposition des couches dans certaines cellules, chez lesquelles des strates secondaires sont nées du dédoublement concentrique des premières couches formées. Ce phénomène est l'analogue de celui qui s'accomplit dans les couches primaires du grain d'amidon, dont je viens de décrire la naissance. Je veux parler de l'évolution des cellules inégalement épaissies, qui limitent le cylindre central des racines des *Smilax*. Les figures **1**, **2**, **3**, **4**, de la planche **6**, se rapportent à ces cellules du *Smilax rotundifolia*, qui ne sont que très peu épaissies sur le côté externe (en *a*, fig. **1**, pl. 6), tandis qu'elles ont une grande épaisseur sur les autres côtés. En examinant ces cellules avec attention, sous un grossissement de 350 à 400 diamètres, on reconnaît que la portion très épaissie est composée de plusieurs couches, dont le nombre varie de cinq à douze et peut-être même davantage. La partie mince, au contraire, paraît simple. Si l'on ajoute de la solution iodée et de l'acide sulfurique avec beaucoup de précaution, on s'aperçoit que cette partie, en apparence simple, se dédouble, et que la couche externe (*a*, fig. 2, pl. 6) de cette partie mince a pris sous l'influence des réactifs une couleur rouge foncé; cette couche, qui représente la membrane primaire, se prolonge au pourtour externe de la cellule, enveloppant ainsi toutes les couches d'épaississement; tandis que la couche interne, jaunie par l'iode (*b*, fig. 2, pl. 6), se prolonge au pourtour immédiat de la cavité cellulaire dont elle constitue le revêtement. Cette couche interne *b* n'est qu'un produit de la végétation, un dédoublement de la membrane primaire, et la végétation, la sécrétion, étant plus fortes sur les autres côtés de la cellule que sur le côté externe, des couches secondaires partielles sont engendrées sur la partie de la cellule où a lieu cette sécrétion plus forte. Ces couches partielles d'épaississement sont interposées (en *c*, pl. 6, fig. 2) entre la membrane externe *a* et la membrane interne *b*, premier produit de la végétation de la membrane *a*. Ces couches partielles *c* ont été jaunies par l'iode et l'acide sulfurique, comme la couche de sécrétion *b*, qui a la même origine qu'elles.

Cette végétation, ce dédoublement, ne sont point particuliers à la membrane primaire *a*; les couches secondaires partielles *c* (pl. 6, fig. 2) ont aussi la faculté de donner naissance à des couches de troisième génération. Pour s'assurer de l'existence de celles-ci, il suffit de faire réagir, sur ces membranes, de l'acide sulfurique un peu plus concentré que celui qui avait été employé d'abord; on détermine ainsi l'isolement complet de chacune de ces couches, comme le représente la figure 3, pl. 6; puis, en prolongeant l'action de l'acide, on s'aperçoit bientôt que chaque strate secondaire est elle-même composée de plusieurs couches tertiaires qui se séparent les unes des autres (pl. 6, fig. 4), restant unies seulement par leurs extrémités pendant quelque temps, si l'on a agi avec précaution, c'est-à-dire si l'action de l'acide sulfurique n'a pas été tout de suite trop intense.

Ce qui s'est accompli dans ces cellules est évidemment la répétition du phénomène que j'ai décrit, sous diverses formes, dans la cuticule composée des Aloès, dans les cellules superficielles du *Cereus peruvianus*, dans les fibres du *Taxus baccata*, dans la formation des spiricules, des vaisseaux réticulés, etc., chez lesquels la membrane mère est tantôt externe, tantôt interne, quelquefois même au milieu des productions secondaires qu'elle a formées sur ses deux faces.

L'épaississement de chacune des couches du grain d'amidon que nous avons vues apparaître concentriquement, et les unes après les autres de la circonférence au centre, est certainement l'analogue de ce que j'ai observé dans toutes les parois utriculaires, dont j'ai eu l'occasion de suivre le développement. Je ne prétends pas qu'il y ait identité, parce que, bien que le phénomène soit le même partout, la disposition relative des parties produites peut varier ainsi que je viens de le rappeler. Si je choisis pour point de comparaison les cellules du *Smilax*, de préférence à beaucoup d'autres, c'est qu'elles montrent, mieux que toutes celles que j'avais à ma disposition, la composition des membranes secondaires. Sans cette circonstance, jointe à celle de leur épaississement inégal sur leurs différents côtés, beaucoup d'autres cellules eussent été plus convenables, parce que, dans ces cellules du *Smilax*, la membrane la plus dense, la membrane mère, celle dont les autres se sont séparées pendant l'épaississement, est à l'extérieur ; tandis que dans chaque couche du grain d'amidon de la pomme de terre, par exemple, la strate qui me paraît avoir produit les autres, est la plus interne de chaque couche composée, où elle forme ordinairement une bande plus brillante que les strates plus externes de la même couche composée. Nous verrons tout à l'heure que c'est elle aussi qui résiste le plus aux agents de dissolution.

Cette strate interne est souvent très apparente sur une quantité de grains à l'état naturel ; en effet, tous les grains d'amidon de la pomme de terre, sans préparation, n'ont pas le même aspect. Les uns semblent homogènes, les autres laissent voir quelques stries concentriques ; d'autres encore donnent l'indication de couches inégalement épaissies, très minces d'un côté, très épaisses de l'autre. Ce côté le plus épais se montre avec plus ou moins de netteté composé de plusieurs couches secondaires. Chez la plupart des grains qui ont ce dernier aspect, on observe que chaque couche composée est séparée de ses voisines par une bande étroite blanc bleuâtre et brillante. Un examen attentif fait reconnaître que chaque bande brillante est la strate la plus interne d'une couche composée, et que les autres strates de la même couche composée paraissent fréquemment de moins en moins blanches et brillantes qu'elles s'éloignent de cette strate interne, de manière que chaque couche composée semble, dans ces sortes de cas, diminuer de densité de l'intérieur vers l'extérieur. Dans de tels grains, chaque bande brillante contraste fortement avec les strates non brillantes et un peu ternes qu'elle recouvre, ce qui fait ressortir davantage encore la diminution de densité que l'on remarque vers la surface externe de chaque couche composée. Mais cette décroissance de la densité, dans une couche donnée, ne s'observe pas dans tous les grains ; il y en a, en effet, chez lesquels toutes les strates ternes qui séparent deux bandes brillantes ont le même aspect, de manière que l'on ne saurait dire alors si chaque bande brillante appartient plutôt à la couche dont elle est recouverte qu'à celle qu'elle revêt.

Quand une couche composée a atteint une assez grande épaisseur, on remarque fréquemment qu'elle se subdivise en plusieurs couches composées de second ordre, séparées aussi les unes des autres par une strate brillante, assez ordinairement moins large toutefois que celle qui limite à l'intérieur chaque couche composée de premier ordre. Nous verrons tout à l'heure que ces couches surcomposées résultent de dédoublements successifs éprouvés par le même épaississement d'une couche primaire. Par cet examen des grains d'amidon de la pomme de terre, et de quelques autres espèces également favorables, on peut arriver à se faire une idée assez exacte de la constitution du grain d'amidon. Cependant si l'on s'en tenait à cet aperçu général, il resterait bien des doutes dans l'esprit sur divers points, et certains faits importants concernant la manière dont s'effectue le dédoublement resteraient tout à fait inconnus. La meilleure manière d'arriver à une connaissance parfaite de ces faits, c'est le traitement des grains d'amidon, à froid, par la solution concentrée de chlorure de chaux, qui, au bout d'un temps plus ou moins long (deux ou plusieurs mois), fait voir avec la plus grande netteté les couches de tous les ordres de formation C'est ainsi que chez l'amidon de la pomme de terre, qui se prête assez bien à cette sorte de dissection, on voit parfaitement, et beaucoup mieux que sur les grains naturels les plus favorables [qui, du reste, ne montrent bien que les couches principales (pl. 10, fig. 81 à 86)], toutes les couches composantes du grain (pl. 11, fig. 36).

Autour du centre organique sont des couches circulaires, régulièrement épaisses et en nombre très variable. Quand ces couches régulières sont nombreuses (ce qui arrive lorsque l'activité du plasma central est très grande), on peut souvent remarquer qu'à une certaine distance du centre organique, elles s'épaississent graduellement; alors la substance de ce côté épaissi de chaque couche diminue de densité et d'éclat de l'intérieur vers l'extérieur; en sorte que la partie plus brillante d'une couche étant contiguë à la partie la plus terne de sa voisine, il y a souvent entre elles un contraste frappant.

Lorsque les couches primaires sont produites en grande quantité, le volume du grain augmente rapidement, parce qu'il est accru par la multiplication des couches et par l'épaississement de chacune d'elles. Quand, au contraire, ces couches primaires sont peu multipliées, c'est par l'épaississement des quelques couches qui existent que se fait surtout l'accroissement du grain, qui, malgré cela, peut devenir assez considérable. C'est qu'après que chaque couche a acquis une certaine épaisseur, il apparaît dans son intérieur d'abord une ou quelques stries parallèles aux surfaces de ces couches, lesquelles stries dénotent le dédoublement de chaque couche en strates secondaires principales, dans lesquelles s'effectuent ensuite de nouveaux dédoublements, d'où résultent des strates de troisième génération. Toutefois beaucoup de grains ne montrent que des strates secondaires fort minces, *toutes semblables*, comme l'indique la figure 36, pl. 11.

Si la couche primaire s'est seulement divisée en couches secondaires, il ne reste, à la dernière phase de l'action du chlorure de chaux, que la strate brillante interne, et assez souvent aussi la strate externe, dans la production de laquelle a consisté le dédoublement primitif de la couche primaire; les couches secondaires nées entre ces deux membranes *d'* (pl. 12, fig. 89) ont été dissoutes. Quand l'épaississement de la couche primaire s'est partagé en plusieurs couches secondaires principales, dont chacune a ensuite formé un groupe de strates tertiaires, chaque groupe étant limité à l'intérieur par une strate brillante plus résistante, il reste, après que le chlorure de chaux a enlevé les couches les plus altérables, autant de strates brillantes réunies entre elles, comme l'indique la figure 89, pl. 12, en *b'*, *f'*, qu'il y avait des groupes de couches engendrés par la couche primaire. Mais, je le répète, il ne reste souvent de chaque couche composée qu'une seule strate brillante, la plus interne. Il peut même arriver que les strates internes soient aussi altérables que les autres, dans ces grains où elles se distinguent à peine ou pas du tout des autres couches.

Cette figure 89, pl. 12, représente donc un grain d'amidon de la pomme de terre, qui a perdu une partie de sa substance sous l'influence du chlorure de chaux. En *a* était le centre organique, en *b* une couche simple qui s'était considérablement épaissie sur le côté opposé *b'*, de manière à former plusieurs composés de couches tertiaires, dont il ne restait que les couches brillantes unies entre elles comme l'indique *b'*; *d* était une autre couche primaire, dédoublée sur le côté opposé *d'*, entre les deux lames duquel côté avaient existé des strates secondaires dissoutes; la couche *f* avait produit deux composés de couches secondaires entre les lames désignées par *f'*.

Il semble donc, par l'inspection de couches qui se comportent comme *d* de la figure 89, pl. 12, que la couche primaire se soit fendue en *d'*, que dans la fente une sécrétion se soit épanchée, et qu'elle ait produit des couches secondaires. J'ai souvent observé l'apparence d'un tel dédoublement; mais, si c'est ainsi que s'accomplit toujours le phénomène, il ne donne pas toujours lieu au même aspect après ou pendant l'évolution des couches épaissies ou composées. Quelquefois, comme le montrent les couches *b*, *c*, *d*, *f*, de la figure 88, pl. 12, elles peuvent être simplement épaissies, en apparence homogènes comme la couche *c*, dans laquelle on ne distinguait de toute la masse que la bande brillante interne; ou bien elles peuvent se partager, comme les couches *b*, *d*, *f*, en plusieurs strates secondaires homogènes assez épaisses, bien plus épaisses que ne le sont les strates secondaires ou tertiaires des parties complétement développées, où elles sont très apparentes, et dans lesquelles l'épaisseur de ces strates secondaires ou tertiaires est toujours mince et sensiblement la même. Ces couches secondaires épaisses et homogènes devaient donc se diviser, à moins qu'elles ne le fussent déjà, et que leurs strates constituantes fussent masquées par de la matière amylacée incrustante. Ailleurs, nous l'avons vu, la densité des couches composées va nettement en décroissant de l'intérieur à l'extérieur.

On voit, par ce qui précède, que, si les divers ordres de couches qui constituent les grains d'amidon ne présentent pas toujours identiquement la même apparence (ce qui peut tenir à des circonstances secondaires, comme l'activité de la végétation, l'abondance plus ou moins grande de la matière nutritive et incrustante sur telle ou telle partie), l'origine de ces divers ordres de strates, due à l'épaississement et à la division des couches primaires, n'est pas moins parfaitement établie. Il est aussi bien certain que, de même que dans beaucoup de cellules, la membrane mère ou primaire résiste davantage à l'action désorganisatrice de l'acide sulfurique, de même aussi, dans le grain d'amidon, les couches mères ou primaires se dissolvent moins aisément dans le chlorure de chaux que les couches secondaires, et qu'elles peuvent ainsi être isolées avec assez de facilité. Comme la substance qui reste, soit de la membrane interne seule, soit aussi quelquefois de la membrane externe (pl. 12, fig. 89), est beaucoup plus altérable par le chlorure de chaux que la cellulose, elle ne peut être confondue avec cette dernière ; elle constituerait une autre sous-espèce : le *métamylin*. Je n'avais pas cru d'abord devoir la distinguer du *paramylin* qui est plus soluble, et forme la substance non bleuissante des couches ternes ; mais la logique contraint à le faire, si l'on veut observer les principes adoptés en chimie. D'un autre côté, la membrane-enveloppe du grain d'amidon paraît avoir des propriétés différentes de l'*amylin*, du *paramylin*, du *métamylin* et de la *cellulose* proprement dite, etc., car je ne la retrouve plus pendant l'action du chlorure de chaux, quand les grains ont complétement perdu la propriété de bleuir par l'iode, tandis qu'elle reste seule après l'action du ferment de la salive. Il y aurait donc lieu de faire encore une nouvelle sous-espèce chimique ; tant il est vrai que l'on sera conduit, ainsi que je l'ai dit plus haut, à reconnaître que les diverses substances qui composent les grains d'amidon et les membranes cellulaires ne font qu'une espèce à divers degrés d'agrégation (elles ne donneraient lieu alors qu'à des variétés ou sous-espèces) ;

ou bien il faudra admettre un nombre considérable d'espèces chimiques, si, comme le fait M. Fremy, on donne le nom d'espèce à tout ce qui présente une résistance différente à l'action dissolvante de certains réactifs. Toutefois le changement d'état moléculaire que subit la substance des grains d'amidon, qui, de stratifiée concentriquement, devient fibreuse et à structure rayonnante (pl. 11, fig. 1), sans avoir perdu la propriété de bleuir par l'iode ; ce changement, dis-je, démontrant que la matière amylacée peut changer d'état d'agrégation, je me crois autorisé à penser que toutes les modifications signalées dans les grains d'amidon et dans les membranes cellulaires ne constituent qu'une seule espèce chimique.

Pour l'étude de la stratification du grain d'amidon, l'emploi du chlorure de chaux me paraît bien préférable à celui du ferment de la salive qui n'agit point avec régularité sur toutes les parties du grain à la fois. Le ferment de la salive, en effet, commence souvent par attaquer le grain sur un espace peu étendu, pénètre dans son intérieur jusqu'au centre, et de là étend son action dans des directions diverses, en sorte que certaines couches de la circonférence sont souvent attaquées les dernières sur une grande partie de leur étendue ; ou bien certaines zones restées intactes alternent avec d'autres qui ont été dissoutes entièrement, ou tout au moins en majeure partie. Dans tous les cas, jamais le ferment de la salive ne m'a montré les couches élémentaires que l'on découvre aisément par l'usage du chlorure de chaux.

Les grains les plus favorablement attaqués par le ferment de la salive, et ces circonstances sont rares, me montraient des strates blanches, brillantes, minces, qui ne bleuissaient point par l'iode, séparées par des couches beaucoup plus épaisses, en apparence moins compactes que les précédentes, et devenant rose violacé sous l'influence de l'iode. Mais ces dernières ne sont pas simples ; elles sont, nous l'avons vu tout à l'heure, très complexes, étant constituées par un nombre variable de strates minces que le chlorure de chaux met mieux en évidence. Au reste, dans le grain naturel, c'est-à-dire non traité par le chlorure ou par la salive, les strates brillantes, quand elles se distinguent bien des strates plus ternes, bleuissent déjà beaucoup plus faiblement que ces dernières.

Le ferment de la salive, qui n'agit pas avec régularité, dissout cependant peu à peu toute la substance intérieure du grain, c'est-à-dire tout le contenu de la vésicule, de manière qu'après son action il ne reste plus que la membrane vésiculaire externe, mince, et ne bleuissant pas par l'iode ; et, pendant quelque temps, cette vésicule contient encore, à la place du centre organique, un petit corps vésiculaire renfermant lui-même un liquide avec quelques granules en suspension. La membrane de ce petit corps vésiculaire central ne représente pas la couche la plus interne du grain d'amidon (elle est plus grande que cette dernière) ; mais elle est une des couches brillantes les plus résistantes de cette partie centrale du grain, et elle finit elle-même par disparaître comme tout le reste de la substance intérieure.

Après avoir décrit l'apparition des couches et leur épaississement, je signalerai le plus brièvement possible les diverses formes que prennent les grains d'amidon pendant leur accroissement.

Toutes les couches du grain d'amidon, ai-je dit plus haut, peuvent s'accroître également sur toute leur étendue ; alors le grain conserve sa forme primitive ; il reste globuleux ou ovale s'il avait dans le principe l'une ou l'autre de ces formes. Mais le plus communément, pendant que de nouvelles couches naissent autour du centre organique, les couches les plus âgées, c'est-à-dire les plus externes, s'épaississent les premières, et chacune des autres s'épaissit à son tour, suivant l'ordre de sa formation.

Quand cet épaississement est inégal dans chaque couche en particulier, quand elle s'épaissit d'un seul côté, ce côté correspond ordinairement aux parties épaissies des autres couches, en sorte que l'accroissement du grain devient unilatéral, comme le montrent les figures 37, 38 et 45 de la planche 9, et la figure 81, etc., de la planche 10.

Si l'épaississement de chaque couche embrasse une grande étendue de chacune d'elles, on a des grains qui s'éloignent peu de la forme globuleuse (pl. 10, fig. 87 et 88). Quand, au contraire, cet épaississement est limité à une petite étendue de chacune des couches, on a un grain très allongé, cylindracé, comme ceux des figures 45 de la planche 9, 108 et 110 de la planche 10, 46 de la planche 11.

L'accroissement des couches présente encore d'autres modifications. Il arrive parfois que les couches les plus jeunes s'accroissant beaucoup plus vite que les plus anciennes, le grain, au lieu d'être cylindroïde, affecte une forme conoïde dans cette circonstance, le sommet du cône étant à l'extrémité la plus âgée (pl. 9, fig. 37, 38 ; pl. 10, fig. 85, 97, 98). D'autres fois, au contraire, les couches les plus âgées, tout en continuant à s'épaissir et à multiplier leurs couches secondaires, s'étendent aussi en largeur, de sorte qu'alors on a également un grain conique ; mais dans ce cas le sommet du cône est à l'extrémité la plus jeune du grain, c'est-à-dire près du centre organique (pl. 10, fig. 111 ; pl. 11, fig. 24). Ailleurs le centre organique occupe toujours le sommet d'un cône ; mais quand les couches ont acquis une certaine extension, elles s'arrêtent, et le grain est cylindroïde dans sa partie la plus âgée. Si ce sont les couches de la partie moyenne du grain qui prennent le plus d'accroissement en largeur, on a des grains à peu près ovales (pl. 10, fig. 89, 106, *a* ; pl. 11, fig. 10, 47, 48). Chez d'autres grains, les couches moyennes sont beaucoup plus développées que les couches extrêmes ; on a alors des grains, dont la forme se rapproche plus ou moins de celle d'un fuseau (pl. 10, fig. 90, 91, 92, 93, 94). Les grains amylacés de l'albumen du *Ravenala madegascariensis* sont naviculaires, ordinairement très grêles, souvent renflés d'un côté ou un peu courbés. Je les cite ici à cause de leur forme seulement, et non pour la disposition des couches. Ceux du *Ravenala guyanensis* sont le plus souvent polyédriques par pression (pl. 11, fig. 49, *b*, *c*, *d*), et quelquefois naviculaires comme en *a*, *a* de la même figure.

Enfin il arrive souvent que des grains qui, dans la première période de leur accroissement, étaient très allongés, ou seulement ovales ou elliptiques, s'épaississent par l'extension des couches en largeur, se rapprochant graduellement de la forme globuleuse, et fréquemment même la dépassent, de sorte que d'allongés qu'ils étaient suivant l'axe d'épaississement primitif, ils deviennent déprimés suivant le même axe. L'amidon des écailles du rhizome bulbiforme du *Lilium candidum* paraît offrir des exemples de ce phénomène. Je l'ai remarqué à un bien plus haut degré dans le fruit du *Musa sinensis*, dont les grains dans le jeune âge sont presque toujours plus ou moins allongés, souvent cylindroïdes (pl. 10, fig. 108, 110); tandis qu'ils sont beaucoup plus épais dans un âge avancé, et très souvent beaucoup plus larges que longs (pl. 10, fig. 109). L'amidon de la racine napiforme du *Zingiber Zerumbet*, et celui du rhizome du *Cucurma rubescens* (pl. 10, fig. 111 et 112) présentent aussi ces formes extrêmes; mais je ne saurais affirmer pour ces plantes si les grains semblables à la figure 112 ont passé par la forme cylindroïde ou ovale.

Ce phénomène a déjà été signalé par M. Nägeli. Il y aurait ainsi, au moins chez certains grains d'amidon, deux périodes d'accroissement : dans l'une, le grain s'allonge; dans l'autre, il s'épaissit. Chez beaucoup de sortes d'amidon, l'allongement et l'épaississement paraissent simultanés.

Il me reste encore quelques mots à dire au sujet de la disposition relative des couches. Jusqu'ici je n'ai indiqué que des grains chez lesquels les couches d'épaississement se sont toujours formées suivant un même axe; mais il est des grains dans lesquels la direction de la multiplication des couches change, de manière qu'après s'être reproduites suivant un certain axe, elles se forment plus tard suivant un autre axe, qui est quelquefois tout à fait perpendiculaire au premier. Les grains d'amidon du *Dieffenbachia Seguine* fournissent fréquemment de beaux exemples de la déviation de l'accroissement primitif. Nous avons vu déjà que les grains, représentés par les figures 40, 41 et 46, pl. 9, avaient commencé par le pédicule *p*, que leurs couches se sont d'abord multipliées suivant l'axe de ce pédicule; puis qu'une modification dans la nutrition étant survenue, l'accroissement devint beaucoup plus considérable, et la direction des couches nouvelles diamétralement opposée à la première.

Les figures 6 et 9 de la planche 11, qui représentent des grains d'amidon du *Phajus grandiflorus*, en sont aussi deux beaux exemples. L'examen de ces deux figures montre que le changement de la direction des couches coïncide également avec un accroissement beaucoup plus considérable du grain.

Le plus ordinairement les grains ne s'accroissent en épaisseur que d'un seul côté. Il arrive néanmoins quelquefois que les couches s'épaississent sur deux points différents plus que sur les autres parties de leur étendue, comme l'indiquent les figures 82, 83, 84 de la planche 10, qui ont été fournies par des grains d'amidon vigoureux d'une jeune pomme de terre. Ces figures montrent que, chez ces grains, l'accroissement commençait à s'opérer suivant deux axes perpendiculaires l'un à l'autre. Des cas analogues aux précédents ne sont pas très rares dans la racine de Colombo. La figure 12, pl. 11, en est un exemple qui n'a point été choisi pour cet objet.

Un autre cas qui se présente aussi quelquefois est celui qui est offert par la figure 100 de la planche 10, chez laquelle on voit que les couches se multiplient suivant un même axe, mais sur deux côtés opposés du même grain. Cette disposition des couches est beaucoup moins commune que les précédentes. Dans cette figure 100, elle coïncide avec un autre phénomène dont je vais m'occuper tout à l'heure, savoir, avec la présence de deux centres organiques, deux centres de couches dans le même grain ; mais la disposition bilatérale des couches n'est point nécessairement liée avec la présence de ces deux centres organiques, ainsi que nous allons le voir par ce qui va suivre. Au reste, il suffira de jeter un coup d'œil sur les figures 9, 12, 13, 29, 30, pl. 11, pour en être immédiatement convaincu.

Après avoir signalé l'origine et la constitution des diverses couches des grains d'amidon, je dois insister sur le caractère le plus important de chacune d'elles. Ce caractère consiste, à mon avis, en ce que chaque couche a la propriété de végéter en quelque sorte comme un être isolé, puisqu'elle s'épaissit, et produit des couches secondaires en nombre plus ou moins considérable, sans rien recevoir du contenu de la cavité vésiculaire proprement dite. Cela est si vrai, que le contenu de cette cavité peut disparaître sans que la végétation du grain soit pour cela arrêtée. L'accroissement du grain est modifié, mais non suspendu. La figure 39 de la planche 9, qui représente un grain d'amidon du *Dieffenbachia Seguine*, lequel grain ne s'était pas épaissi à son point d'insertion sur le protoplasma de la cellule, offre un exemple de ce dont je veux parler. A ce point d'insertion, la paroi de la vésicule, loin de se couvrir de couches d'épaississement, avait été complétement résorbée, en sorte que le grain offrait là une petite ouverture qui mettait l'intérieur de la vésicule en communication directe avec le contenu de la cellule. L'intérieur d'un tel grain n'a plus les propriétés du centre organique du grain d'amidon entier.

Une telle ouverture latérale est assez souvent observée chez les grains amylacés du rhizome de l'*Iris florentina*. Elle est due aussi à la résorption de la membrane qui fermait un canal de pore (pl. 9, fig. 78 *t*, 79 *t*, 80 *t*). C'est une semblable ouverture accidentelle que M. Payen considérait comme l'orifice infundibuliforme, par lequel la matière amylacée pénétrerait, suivant lui, pour accroître le grain et multiplier les couches. Ce phénomène n'est donc point très rare. L'amidon des souches des *Chelidonium majus*, *quercifolium*, etc., en offrent des exemples plus intéressants encore, sur lesquels je reviendrai en parlant des grains composés. L'inspection des figures 43, 45, 46, 47, de la planche 10, suffit pour faire comprendre que la couche amylacée, déjà formée au moment de la rupture de la membrane externe, peut, malgré cela, continuer de végéter et de s'accroître; car il est bien clair que la couche périphérique s'est épaissie (fig. 47, pl. 10) après que la cavité vésiculaire a été vidée du plasma amylacé qu'elle contenait.

L'amidon du fruit du *Solanum tuberosum* en présente aussi quelquefois des exemples très remarquables. Deux de ces exemples sont représentés à la planche 10 par les figures 102 et 103. Le centre de végétation des grains ordinaires était détruit. Il avait occupé l'ouverture *o* des figures 102 et 103, et, malgré l'absence du centre ordinaire de l'accroissement, ces grains avaient continué de se développer, comme le prouvent incontestablement l'allongement et le renflement des lobes de la figure 102, qui sont la partie visible, sous le microscope, de la paroi entourant l'ancienne cavité vésiculaire.

Chaque couche du grain d'amidon est donc, comme chaque couche de la paroi cellulaire, le siége d'une végétation spéciale. Cette végétation particulière est si marquée dans les grains du fruit du *Solanum tuberosum*, elle lui donne un aspect si remarquable, que l'on est tenté de regarder chaque grain, quand il est très allongé, comme composé d'autant de petites cellules superposées qu'il y a de couches composantes (pl. 10, fig. 90 à 96, etc.). En effet, dans tous les grains représentés par les figures 90 à 99, pl. 10, le centre organique n'est pas enveloppé de tous les côtés par la couche qui l'a précédé immédiatement; il est disposé par rapport à cette couche, comme la cellule terminale d'un filament confervoïde par rapport à la cellule antérieure. Les grains, représentés par les figures 91, 92, 93 et 94, pl. 10, méritent surtout de fixer l'attention à cet égard. Beaucoup de ces grains rappellent aussi la structure des cellules annelées. Cependant, quand on étudie, après l'action du chlorure de chaux, des grains comme ceux dont les figures 90, 91 et 92 sont l'image, on observe entre les anneaux, des couches secondaires que l'on n'apercevait pas avant l'action du réactif. Les anneaux brillants, saillants, de ces grains singuliers, sont les analogues des strates brillantes des grains d'amidon de la pomme de terre, etc., décrites plus haut.

L'étude de l'amidon du fruit du *Solanum tuberosum* est intéressante encore à plus d'un titre. J'aurai par la suite l'occasion d'en parler de nouveau. Je me contenterai de signaler ici un fait qui m'a tenu quelque temps dans l'indécision. Il consiste en ce que certains grains, surtout ceux qui se contournent pendant leur accroissement, comme le montrent les figures 97 et 98, pl. 10, portent souvent à leur surface des stries, des lignes, qui ont une direction tout à fait différente de celles de la stratification du grain (pl. 10, fig. 99). Après un examen très souvent répété, je suis porté à croire que ces stries superficielles sont dues à des plis de la vésicule chlorophyllienne persistante dans laquelle le grain est né, laquelle ici n'aurait pas été résorbée, et se trouverait pressée sur le grain, au lieu d'en être distante comme dans les figures 2 et 3, pl. 5.

B. Grains composés.

La pluralité des centres organiques que je signalais tout à l'heure a préoccupé beaucoup les anatomistes. Nous avons vu que c'est sur elle que M. Fritzsche a fondé la théorie de la superposition des couches ou de l'accroissement centrifuge du grain, théorie qui fut adoptée par MM. Treviranus, Meyen, Schleiden, Al. Braun, Unger, Schacht et Henfrey. Ce phénomène est, en effet, très remarquable, et l'on comprend que l'aspect de grains comme ceux que montrent les figures 12, 13 et 15, de la planche 11, ait trompé les premiers observateurs; mais ce que l'on conçoit moins, c'est que ceux qui depuis ont adopté les idées de M. Fritzsche, n'aient pas eu l'occasion de reconnaître leur erreur, sur un point aussi intéressant que celui du développement du grain d'amidon, qui touche à tant d'autres questions fondamentales. L'origine de cette structure singulière était donc une question très importante à élucider.

Nous avons vu que déjà MM. Münter, Hartig et Nägeli l'avaient envisagée à un point de vue plus convenable; mais le premier avoue qu'il est impossible, dans l'état actuel de la science, de dire ce qui se passe dans l'intérieur du grain, et le second et le troisième en ont donné des explications plutôt que la démonstration. Pour bien comprendre cette structure, il faut avoir vu ce qui s'accomplit dans l'intérieur de la vésicule mère à l'origine de certains grains simples et de certains grains composés, plus favorables à l'observation que la plupart des autres grains. Tous les grains n'étant pas également propres à cette démonstration, il n'est pas étonnant qu'elle n'ait pas encore été donnée avec toute la précision désirable. On se rappelle que M. Hartig prétend que les grains composés ne diffèrent des grains simples qu'en ce que la membrane astathe, ou mieux tout simplement l'astathe, serait formée des granules normaux, qui ne seraient pas soudés en lames ou couches continues, concentriques et spiralées, comme cela a lieu pour les grains simples et pour les parois des cellules. M. Nägeli dit que le noyau se divise, et que chaque division devient un noyau de second ordre qui s'exfolie comme le noyau originel ; et il entre au sujet de cette division dans des considérations qui prouvent qu'il ne l'a pas prise sur le fait, non plus que la formation des grains composés qu'il appelle *vrais*, dont il ne dit que les quelques mots que j'ai rapportés plus haut, et qui se réduisent à ceci : Quand le noyau se fend, se divise de très bonne heure, on a des grains composés ; quand il ne se fend que très tard, après avoir produit de nombreuses couches d'épaississement, on a des grains demi-composés.

Après avoir exposé les diverses phases du développement des grains simples, il doit paraître plus rationnel de décrire l'évolution des grains nommés *demi-composés* par M. Nägeli, *monstrueux* par M. Fritzsche. Cependant, pour ne pas être obligé à une répétition des mêmes faits, je décrirai tout de suite la formation des grains composés proprement dits, que la plupart des auteurs actuels regardent comme des grains agrégés accidentellement. Je reviendrai ensuite aux grains monstrueux de M. Fritzsche ou demi-composés, qu'il serait plus convenable d'appeler *grains tardivement composés*.

L'exposition des phénomènes que présente le développement des grains composés me ramène tout naturellement à ce que j'ai vu dans beaucoup de jeunes grains d'amidon de l'*Iris florentina*. J'ai dit plus haut que, dans ces jeunes grains, quand ils sont suffisamment transparents, on aperçoit un liquide tenant en suspension des sortes de flocons, dont on constate parfois le déplacement. J'ai dit aussi que cette matière se condense peu à peu, se solidifie sur la paroi interne de la vésicule, de manière à constituer une couche non interrompue comme dans les figures 51, 52, 53, 60, pl. 9, ou une couche qui présente çà et là des interruptions, comme dans les figures 54 *t*, 59 *t*, 77 *t*, pl. 9, ou de fortes inégalités, comme dans les figures 82, 56, 57, 58, 59, ou même des cloisons complètes, comme dans les figures 55 *s*, 61 *s* et 81.

Quand il y a des interruptions dans ces couches ou seulement des inégalités, on voit les dépôts partiels, ou ces inégalités, manifester une végétation propre, grossir (pl. 9, fig. 67 *a*, *b*, *d*, *e*, *f*), et remplir peu à peu la cavité originelle *c* de la vésicule. Dans le grain représenté par cette figure 67, il y avait cinq interruptions de la couche protoplasmique amylacée, et par conséquent cinq masses plasmiques. Ces petites masses, en végétant, ont tuméfié la vésicule mère, et lui ont fait prendre une forme irrégulière. Chacune de ces masses peut se comporter comme la vésicule primitive ; diverses parties de leur contenu peuvent de même s'individualiser, et déterminer à la surface du grain ces petites protubérances que l'on remarque dans les figures 68, 69, 70, 71 et 72, pl. 9. On aperçoit même quelquefois encore pendant assez longtemps la trace de la cavité vésiculaire originelle (pl. 9, fig. 62 *c*, 70 *c*), trace qui ne peut être méconnue, quand on a d'ailleurs sous les yeux des exemples comme ceux qui sont donnés par les figures 63 *c*, 67 *c* et 64 *c*, pl. 9, dans lesquelles la lettre *c* indique ce qui reste de la cavité. Les figures 63 et 64 montrent de plus que chaque portion protoplasmique individualisée avait déjà sa petite cavité particulière *d*. La figure 63 en *d'*, et aussi la figure 65 en *d*, *d*, pl. 9, prouvent quelque chose de plus : c'est que l'individualisation peut se manifester dans le liquide même de la vésicule mère, puisque nous voyons, comme en *d*, *d* de la figure 65 et en *d'* de la figure 63, des points de la cavité vésiculaire, que n'envahit point dans son accroissement le protoplasma, qui peu à peu remplit cette cavité originelle *c*.

Ainsi la vésicule amylacée peut se diviser de trois manières différentes, et ces trois modifications peuvent être rencontrées dans la même espèce d'amidon (*Iris florentina*, etc.). Ce sont : 1° le cloisonnement qui se fait en même temps sur toute la largeur de la vésicule (pl. 9, fig. 55 *s*, 61 *s*, 81) ; 2° le cloisonnement centripète, effectué par la couche protoplasmique amylacée qui s'avance de la circonférence vers le centre, et étrangle en quelque sorte la cavité vésiculaire (pl. 9, fig. 65 et 63 *d'*) ; 3° la division du plasma amylacé en deux, trois, quatre ou plusieurs masses qui s'individualisent, et au milieu de chacune desquelles se fait ensuite une cavité, comme nous l'avons vu dans la vésicule originelle ou granule primitif de diverses plantes, dans la vésicule nucléaire naissante et dans diverses sortes de vésicules.

Le troisième mode de multiplication ou de division de la vésicule amylacée me paraît être de beaucoup le plus fréquent ; mais il présente deux modifications principales : ou le contenu de la vésicule mère est peu riche en principe amylacé, ou bien ce contenu est très riche. Dans le premier cas, c'est-à-dire quand le contenu est moins riche en principe amylacé, nous le voyons se répartir au pourtour de la vésicule quand celle-ci grandit (pl. 10, fig. 27, 28, 29, 30), de la même manière que le protoplasma de la cellule, et se condenser comme nous l'a montré l'*Iris florentina.* J'ai fait remarquer, en parlant de l'amidon de cette dernière plante, que cette couche périphérique, de même, au reste, que toutes les strates des grains simples, a sa végétation propre, et que, si elle présente des inégalités ou des interruptions, chacune de ses parties peut s'individualiser, et former un grain partiel dans la vésicule mère. L'examen de l'amidon des *Chelidonium majus* et *quercifolium* est fort instructif sous ce rapport. On y trouve à la fois des grains simples et des grains composés, et même des grains surcomposés, dont l'origine est souvent plus facile à reconnaître que dans beaucoup d'autres plantes. En effet, on y aperçoit fréquemment les diverses formes suivantes : ce sont d'abord des grains simples pleins, très petits (pl. 10, fig. 25 et 26), qui, en s'étendant, présentent une cavité comme les grains des figures 27, 28 et 29, pl. 10. Chez la figure 29, la couche amylacée est déjà un peu inégale à l'intérieur ; elle l'est davantage encore dans la figure 30. Dans la figure 31, pl. 10, quoique le principe amylacé soit beaucoup plus abondant, on y voit se dessiner assez distinctement quatre divisions. De telles divisions sont beaucoup plus nettement accusées dans les figures 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, pl. 10, où elles forment déjà des grains partiels assez bien circonscrits. Dans les figures 38 et 42, les grains partiels sont même devenus libres dans la vésicule mère ; et, dans la figure 35, pl. 10, la vésicule mère est déchirée par l'accroissement des grains intérieurs. Dans la figure 50, pl. 10, plusieurs grains partiels naissaient à l'intérieur d'une vésicule très riche en principe amylacé, comme la vésicule de la figure 31. Dans la figure 48, pl. 10, les grains étaient plus nombreux encore et plus avancés ; ils déterminaient des proéminences à la surface de la vésicule mère. Dans la figure 49, pl. 10, les grains partiels devenaient eux-mêmes composés. On rencontre parfois de tels grains composés, autour desquels la vésicule mère originelle est encore visible.

A l'occasion de l'amidon des *Chelidonium*, j'ajouterai quelques mots à ce que j'ai dit de la résorption partielle de la vésicule mère chez l'*Iris*, le *Dieffenbachia*, etc. La vésicule amylacée, qui a donné la figure 40 de la planche 10, par exemple, était peu riche en plasma amylacé. Celui-ci ne revêtait qu'une partie de la face interne de cette vésicule, et se divisait comme dans les figures que j'ai citées plus haut. Dans une telle vésicule pauvre en matière amylacée, quand le plasma périphérique s'est emparé de toutes les substances assimilables du reste du contenu de la vésicule mère, la partie libre de celle-ci, c'est-à-dire la partie de la membrane qui n'est pas recouverte par du plasma amylacé, peut être résorbée (pl. 10, fig. 43, 45, 46, 47), et elle l'est peut-être nécessairement pour que toute la surface de la couche amylacée ou des grains partiels qui en sont nés, puisse prendre directement au contenu de la cellule les matières nutritives dont cet amidon a besoin. Dans une vésicule ainsi ouverte, la couche amylacée, entière comme dans la figure 43, ou divisée comme dans les figures 45 et 46, pl. 10, peut continuer à croître, ainsi que le prouvent des grains composés comme celui qui est représenté par la figure 47, pl. 10.

L'évolution de ces grains peu riches en matière amylacée, qui sont mêlés aux grains dans lesquels cette substance est beaucoup plus abondante, nous donne donc la clef de ce qui se passe chez les derniers, dans lesquels l'observation est ordinairement moins facile, et dont l'étude serait toujours assez imparfaite pour qu'il subsistât quelque doute sur l'interprétation des phénomènes, quoique certains grains se prêtassent un peu mieux que beaucoup d'autres à cette interprétation. De ce nombre sont les grains composés des *Chelidonium*, autour desquels on trouve souvent la vésicule mère, qui subsiste même parfois visiblement autour de grains surcomposés, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure.

A ces grains composés très riches en principe amylacé des

Chelidonium s'ajoutent aussi ceux des fruits charnus des Pomacées, ou au moins de quelques espèces, comme le *Cratœgus pyriformis* (pl. 10, fig. 76, 77, 78), etc., et ceux de la souche du *Spirœa Ulmaria*, dont les figures 74 et 75 de la planche 10 représentent deux grains composés, dans lesquels on peut comprendre, d'après ce que j'ai dit, le mode de développement des grains partiels.

Il n'est pas besoin d'autre explication pour que les figures 9, 10, 14, 15, 11, 12, 16 et 13, pl. 7, fournies par l'amidon du bulbe du *Bletia Galeottiana*, soient comprises. Après la formation des grains partiels, la vésicule mère est déchirée ordinairement, et les met en liberté en les retenant assez souvent encore unis par les lambeaux non rompus de la vésicule, comme l'indiquent les figures 12 et 13, pl. 7.

C'est évidemment à un tel mode de division du contenu de la vésicule amylacée qu'appartient la production des grains partiels qui naissent tardivement dans des grains restés longtemps simples, c'est-à-dire quand ces derniers ont produit un grand nombre de couches concentriques, comme ceux des figures 84, 85, 100, 104, 106 *B*, de la planche 10, ou ceux des figures 9, 12, 14, 15, 29, 30, de la planche 11. Pour la pomme de terre, par exemple, il y a tout lieu de croire que la division du contenu, dont on distingue le mode avec précision dans la figure 19 de la planche 7 en *a*, *b*, *c*, *d*, qui représentent de très jeunes grains, est la même dans les grains beaucoup plus âgés des figures 84, 85 et 86, pl. 10, fournis par le même tubercule, et dans les grains du fruit de la même plante qui sont représentés par les figures 106 *B*, 100 et 104, pl. 10. C'est du partage du contenu plasmique de la vésicule, non encore stratifié, que résultent les grains partiels, de même que dans tous les exemples qui viennent d'être décrits.

Il est des cas très nombreux dans lesquels les phénomènes s'accomplissent un peu différemment en ce qui concerne la vésicule mère, car pour le reste tout est au fond analogue, semblable à ce que je viens d'exposer. En effet, nous avons vu que, suivant que la substance intérieure de la vésicule mère est plus ou moins riche en principe amylacé, il reste au début du grain composé une cavité médiane plus ou moins grande (pl. 10, fig. 27, 31, 32, etc., et 28, 39, 30, 39, 40, etc.). Dans d'autres cas, et cela paraît avoir lieu dans les jeunes grains de la pomme de terre dont j'ai déjà parlé (pl. 7, fig. 19, *a*, *b*, *c*, *d*), l'existence d'une cavité centrale, comme en *b*, *c*, *d* de cette figure 19, ou son absence comme en *a*, *e*, peut tenir à ce qu'en *b*, *c*, *d* la vésicule mère se serait dilatée un peu plus vite que celle de *a* et de *e*, ce qui du reste correspond à peu près à une rareté de la substance amylacée. En *a* et en *e* de cette figure 19, pl. 7, ce contenu s'est donc tout simplement partagé, en *a* en deux parties, et en *e* en quatre parties, sans que ces parties se soient éloignées les unes des autres, parce que les vésicules étaient riches en plasma amylacé. Dans tous les cas semblables, et ils sont extrêmement nombreux, on n'aperçoit pas la vésicule mère au commencement (dans le grain naturel, sans l'emploi des réactifs), à cause de la grande ténuité de la membrane, et ensuite parce qu'elle se sectionne elle-même de très bonne heure.

Au début de ce mode de division, ainsi que le montrent les figures 90, 91, 92, pl. 9, et les figures 7, 9, 18, 65, 66, pl. 10, la division du contenu est plus marquée au centre du grain que vers la périphérie.

On a déjà pu remarquer, par l'inspection des figures que je viens de signaler, que la cavité des grains partiels peut apparaître de très bonne heure. Chez le *Dyckia remotiflora*, je l'ai observée à peu près en même temps que la division du contenu. Elle est indiquée par les ponctuations noires des figures 3, 7, 9, 10 et 11, pl. 10. Dans l'*Avena pubescens*, j'ai vu la cavité se montrer même avant la division apparente du contenu (pl. 9, fig. 87 *c*, 88 *c*, 95 *c*). Cependant on trouve tout à côté de semblables exemples, d'autres grains chez lesquels le partage du contenu précède l'apparition de la cavité de chaque grain partiel (pl. 9, fig. 92 *f*, 99 *f*, 105 en *b*, *b'*, *b''*, 106). Dans cette dernière figure, qui représente un grain composé de six grains partiels, un seul de ces six grains secondaires a sa cavité visible, en *c*; dans la figure 105, qui montre sept divisions, quatre grains secondaires seulement ont une cavité apparente. Chez d'autres grains bien plus jeunes que ceux-ci, l'apparition des cavités n'a pas lieu non plus simultanément, par exemple chez les grains représentés par les figures 87 et 91, pl. 9.

Malgré cette diversité dans l'apparition des divisions et des cavités (je ne dis pas dans la formation, parce que les divisons ou les cavités pouvaient exister avant qu'on les vît au dehors) leur étude peut cependant quelquefois servir à déterminer l'âge relatif des différentes parties d'un grain composé. Ainsi l'examen de la figure 104, pl. 9, fait présumer que le grain qu'elle représente provient d'un grain ternaire, comme celui de la figure 96, dont un des trois grains partiels (c', fig. 104) aurait produit le grain partiel d. Cela résulte plus évidemment de l'aspect de la figure 105, pl. 9. Les trois grains partiels a, a', a'', ont dû commencer le grain composé. De la végétation du grain secondaire a' sont nés successivement les grains partiels b, b', b'' ; tandis que a'' a donné naissance au grain secondaire c. Les figures 68, 70, 71 et 72, pl. 9, présentent à l'extérieur des caractères d'une telle végétation des grains secondaires, bien que l'on ne distingue pas à l'intérieur des cavités qui doivent y correspondre, comme on les voit en deux endroits de la figure 69, c, c', pl. 9. Dans la figure 84, pl. 9, qui montre un grain se divisant en série linéaire, on n'aperçoit de cavité que dans l'une des divisions extrêmes c. Dans la figure 111, pl. 9, on n'aperçoit pas du tout de cavité ; tandis que dans la figure 110 on en découvre dans les trois grains partiels.

Il peut donc exister des grains partiels comme des grains simples qui soient complétement remplis par la matière amylacée, même après la dessiccation. Ce sont ceux dont le plasma amylacé central est tellement riche, que l'évaporation de l'eau ne détermine pas même de contraction. L'amidon de l'*Avena hirsuta* que j'ai examiné était dans ce cas. J'en ai représenté divers degrés de développement dans les figures 112 à 118 de la planche 9. La figure 118 en montre un grain globuleux simple ; la figure 117, un grain qui s'est un peu allongé et partagé en deux ; la figure 116 un grain divisé en trois ; celui de la figure 115 l'est en quatre ; ceux des figures 114 et 113 en plusieurs ; enfin le grain représenté par la figure 112 possédait un plus grand nombre de grains partiels résultant sans doute de la subdivision des premiers, et ces grains partiels s'isolaient les uns des autres. L'absence de cavité dans ces grains partiels les fait ressembler à des cassures d'un grain simple.

Les grains d'amidon de l'*Avena strigosa*, de l'*A. brevis*, des *Arrhenatherum bulbosum* P. B., *avenaceum* P. B., présentent des phénomènes identiques. Il en est de même de l'amidon de bon nombre d'autres Graminées, de celui de l'*Alopecurus utriculatus* par exemple (pl. 10, fig. 17 à 21). Les figures 19 et 21 montrent des proéminences qui ont pour cause une végétation comme celle dont il a été souvent question plus haut. Les *Alopecurus agrestis* L. f., *nigricans* Horn., *geniculatus* L., *pratensis* L., présentent des grains composés analogues, mais à formes moins accidentées et plus régulièrement arrondies ou elliptiques que celles des gros grains de l'*Alopecurus utriculatus*. Les grains partiels sont aussi ordinairement plus petits que dans cette dernière espèce, surtout ceux de l'*Alopecurus pratensis*.

Parmi les *Eleusine*, l'*E. coracana* L. est l'espèce qui m'a offert les plus gros grains partiels résultant évidemment de la division d'un grain simple. Les grains composés sont généralement gros, ainsi que chez les *Eleusine oligostachya* Lamk., *Figarei* Del., *indica* Del.; mais les grains partiels chez ces trois dernières espèces sont un peu moins volumineux.

L'étude de l'amidon du genre *Phleum* est aussi fort instructive, principalement celle des *Phleum annuum* Bbrst., *pratense* L. et *nodosum* L., chez lesquels la division est très manifeste et produit des grains composés assez volumineux. La figure 12 de la planche 10 fait voir un tel grain du *Phleum annuum*.

Dans les *Phleum annuum* et *pratense*, de même que dans beaucoup de Graminées, les grains simples et les grains partiels sont ordinairement creux ou du moins fort souvent. Ils sont aussi le plus fréquemment très anguleux (pl. 10, fig. 13) comme les grains partiels en général; mais un examen attentif fera distinguer de jeunes grains composés qui résultent de l'accroissement de ces grains simples et peut-être aussi de grains partiels, car ici il n'est pas possible de distinguer ceux-ci des premiers, quand ils sont isolés. Ces grains s'arrondissent en grossissant et se divisent comme l'indique la figure 14, pl. 10, c'est-à-dire à la manière des grains du *Chelidonium* peu riches en principe amylacé, mentionnés plus haut.

Chez le *Phleum asperum*, au contraire, les grains composés et leurs grains partiels ont à peu près le même aspect et la même dimension que ceux de l'*Avena hirsuta*, représentés à la planche 9 par les figures 112 à 118, c'est-à-dire que ces grains partiels sont gros et pleins. Si l'on n'avait que de tels grains partiels, on pourrait croire qu'ils résultent de la cassure des grains simples, et les nommer *grains de cassure* (*Bruchkörner*) avec M. Nägeli (*Die Stärkekorner*, page 1); mais ce nom est tout aussi défectueux que celui de *grains demi-composés* appliqué aux grains monstrueux de M. Fritzsche, puisqu'il implique une idée tout à fait fausse des phénomènes ; mais l'observation de grains comme ceux qui sont représentés en voie de multiplication par les figures 85 à 107 de la planche 9, pour l'*Avena pubescens*, par les figures 3 à 11 de la planche 10, pour le *Dyckia remotiflora*, etc., ne permet pas de s'arrêter à une telle supposition. Il y a donc des grains partiels pleins (*Avena hirsuta*, pl. 9, fig. 112) et des grains partiels creux (*Avena pubescens*, pl. 9, fig. 94, 97, 98; *Dyckia remotiflora*, pl. 10, fig. 4, 5, 6, 8, etc.). Les grains partiels de l'*Avena sativa* en fournissent de beaux exemples, dont je n'ai pu figurer qu'un seul, faute d'espace (pl. 9, fig. 119). Ces grains partiels creux se rencontrent chez beaucoup de plantes, et en particulier chez bon nombre de Graminées qu'il est inutile de nommer ici.

Toutes les plantes qui contiennent de l'amidon en grains ordinairement simples, ont aussi quelques grains composés plus ou moins rares. Ce sont le plus souvent des grains binaires, ternaires, quelquefois quaternaires, plus rarement à un plus haut degré de multiplication. Chez quelques végétaux ces grains doubles, triples et quadruples sont en beaucoup plus grande quantité, par exemple dans la racine de Salsepareille; ils paraissent même prédominer dans les bulbes du *Crocus sativus*, du *Colchicum autumnale*, dans la souche des *Arum*.

De tels grains binaires ou ternaires sont aussi très communs dans l'*Anthurium crassinervium* Schott. Les grains simples, dans l'albumen frais de cette plante, montrent parfois une assez grande cavité, ayant la couche amylacée inégale ou irrégulièrement épaissie. Quelques-uns de ces grains se renflent sur un point de leur surface, et une séparation apparaît à l'extérieur quand le renflement est assez considérable. On a alors un grain double, qui peut devenir triple par le développement d'une autre protubérance semblable. Je n'ai point trouvé dans cette plante de grain très compliqué, mais dans le *Dracunculus vulgaris*, il y en a de beaucoup plus complexes qui paraissent résulter de la division des grains simples. Cependant je ne saurais dire si tous les grains composés de cette plante ont une telle origine, ou s'il en existe qui naissent comme ceux de l'albumen des *Arum italicum* et *vulgare* (pl. 8, fig. 29, 30 et 31) sous la forme de grains multiples, parce que je n'ai pas étudié leur évolution dans le jeune albumen du *Dracunculus*. On les confondrait avec ceux des *Arum* si l'on ne consultait que l'analogie; toutefois, la fréquence des grains doubles, triples, quadruples, sextuples et de degrés de division intermédiaires entre ceux-ci et les plus composés sont si fréquents, qu'il y a beaucoup de probabilité pour croire qu'une partie, au moins, de ces derniers, sinon tous, ont été formés par la division de grains simples dans l'origine.

Il n'en est pas de même dans l'albumen des *Arum italicum* et *vulgare*. Là les grains binaires, ternaires, etc., sont très rares. On ne trouve presque, dans les cellules du fruit mûr, que de gros grains composés ou plutôt multiples, entourés de très petits grains simples très anguleux et de même dimension que les grains partiels constituant les précédents. Il est vrai malgré cela que des grains binaires et ternaires s'aperçoivent quelquefois dans de jeunes albumens, quand les grains d'amidon isolés n'ont pas encore été déformés par la pression. La production des grains multiples de ces *Arum* ayant été décrite dans le chapitre sur la naissance des grains d'amidon, et représentée par les figures 24 à 35 de la planche 8, je n'ai pas lieu de m'y arrêter davantage.

On voit par ce qui précède que le plus ordinairement les grains composés vrais existent dans les cellules en même temps que des grains simples. Il est au contraire des plantes dans l'albumen desquelles tous les grains sont composés. De ce nombre sont le *Victoria regia*, le *Nymphœa alba* et le *Nuphar lutea*. On peut assez facilement s'assurer de l'existence d'une membrane ou vésicule autour de ces grains composés ; mais pour la découvrir il ne suffit pas d'examiner l'amidon dans l'eau, parce qu'alors les grains se gonflent, la pellicule se crève, et ses fragments sont emportés par les grains partiels de la périphérie, de manière à n'en laisser voir aucune trace. Il faut, pour apercevoir la membrane commune ou vésicule mère, dissoudre avec la solution concentrée de chlorure de zinc ou l'acide sulfurique les granules amylacés qu'elle enserre. Alors même on n'arriverait pas à une conviction si l'on examinait des grains composés isolés ; il faut étudier des tranches minces de l'albumen, dans lesquelles les grains, pressés les uns contre les autres, ne peuvent se dilater aussi librement sous l'influence du réactif. Dans cette circonstance les grains partiels sont dissous et les vésicules restent seules sous la forme d'un parenchyme extrêmement délicat. Pour arriver aisément à un bon résultat, on place les tranches très minces de l'albumen dans l'eau, on colore par l'iode, on recouvre d'une lame de verre et l'on ajoute sur le côté de celle-ci l'acide sulfurique ou la solution de chlorure de zinc, de manière que le réactif parvienne à l'amidon seulement graduellement. On peut suivre ainsi toutes les phases de la réaction. La matière amylacée se dissout, et, à la fin, il ne reste de chaque grain composé qu'une vésicule qui paraît incolore, même après l'action de l'iode et de l'acide sulfurique ou du chlorure de zinc.

Il existe des grains d'amidon composés qui ont à peu près le même aspect dans l'embryon de l'*Entada Pursœtha*, mais je n'ai pu constater de membrane à leur pourtour. Dans des semences imparfaitement mûres, j'ai pu m'assurer que ces grains composés commencent par des globules homogènes, dans lesquels les grains partiels apparaissent plus tard. Ces grains composés sont globuleux, ovoïdes ou elliptiques (pl. 10, fig. 69, 70 et 71). La figure 71 en représente un dont les granules partiels sont en partie isolés.

Les grains composés, ou en apparence composés (car je n'ai pas étudié leur développement) du *Bosea yerva morca*, présentent une particularité très remarquable. Ils ont vers le centre une tache noire qui les fait paraître ombiliqués; mais quand on les gonfle un peu par de l'acide sulfurique ou du chlorure de zinc, que l'on fait arriver à leur contact avec beaucoup de précaution, pour ne pas isoler leurs fins granules constituants, on reconnaît, surtout lorsqu'ils sont en mouvement, que cette tache est due à un petit espace central rempli de gaz; ce qui ferait supposer que les granules sont nés dans un globule plasmique et de la circonférence au centre, comme cela paraît avoir lieu dans la production des grains multiples de certaines Graminées, dont l'évolution a été décrite en traitant de la naissance de l'amidon. Autour de ces grains du *Bosea*, pas plus qu'autour de ceux des Graminées, je n'ai pu me convaincre de l'existence d'une membrane.

Ce que j'ai dit de l'origine des grains composés proprement dits me permet de revenir aux grains tardivement composés dont l'interprétation sera désormais facile. Nous avons vu, en effet, que le plasma contenu dans la vésicule mère amylacée peut donner naissance à des vésicules secondaires, par des modes comparables à ceux que l'on remarque dans les cellules, pendant la production des vésicules amylacées elles-mêmes ou d'autres vésicules dans certaines circonstances. Par un quelconque de ces modes, mais surtout par le troisième, que j'ai signalé comme le plus fréquent, il y a division du plasma amylacé en deux ou plusieurs masses, d'où résultent autant de grains partiels ou secondaires.

Tantôt cette division du contenu de la vésicule amylacée a lieu de très bonne heure, dès le début des grains, ainsi que le fait voir l'inspection de très jeunes grains (pl. 7, fig. 19, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*) : il en résulte tout de suite des grains composés; tantôt cette division du contenu n'a lieu que fort tard, quand un grand nombre de couches ont déjà été produites, comme le montrent encore d'autres grains du même tubercule du *Solanum tuberosum* (pl. 10, fig. 84, et 85, *a*, *b*) et des grains du fruit de la même plante (pl. 10, fig. 106, *B*). Après la division, chaque petite masse protoplasmique nouvelle peut continuer de sécréter des couches concentriques qui lui sont particulières, comme le faisait le contenu du vieux grain simple primitif.

Dans les grains représentés par les figures 84 et 106, *B*, de la planche 10, le contenu venait de se diviser; il n'y avait encore qu'une couche autour du plasma amylacé. Dans les autres grains représentés par les figures 100, 104, pl. 10, chaque nouveau centre de végétation avait déjà donné plusieurs couches concentriques.

Dans la figure 85, pl. 10, le contenu qui s'était d'abord divisé en deux parties *a*, *b*, recommence dans l'une d'elles, *b*, à se partager en deux nouveaux centres de végétation. Enfin, dans la figure 104, pl. 10, les deux grains partiels *a*, *b*, ont végété pendant quelque temps avant de se diviser; ils ont produit tous deux plusieurs couches concentriques, puis le contenu de l'un deux, *b*, a engendré deux nouveaux grains partiels de troisième ordre, qui avaient déjà donné plusieurs couches concentriques quand je les observai. Ce sont de tels grains que M. Fritzsche a qualifiés de monstrueux, que M. Nägeli a nommés *grains demi-composés*. Cette dénomination ne me paraît pas bonne parce qu'elle tend à séparer des phénomènes tout à fait identiques. Que la division du contenu se fasse quand il n'y a qu'une couche enveloppante, comme dans la figure 19 de la planche 7, ou qu'elle s'effectue quand il y en a deux, trois, dix ou cent, le phénomène est le même, et les grains qui en résultent doivent prendre également le nom de *grains composés;* c'est pourquoi je préférerais appeler les derniers, *grains tardivement composés*. Il est évident que ce qui s'est passé dans le grain représenté par la figure 85, pl. 10, est l'équivalent de ce qui est arrivé dans le grain de la figure 86, pl. 10. Seulement l'un a commencé à se diviser dès son plus jeune âge, tandis que l'autre avait déjà produit plusieurs couches concentriques avant de produire des grains secondaires.

Les grains d'amidon du rhizome du *Canna gigantea* offrent une belle démonstration de la même vérité, sous une forme différente. La figure 19, pl. 11, représente un tout jeune grain naissant; la figure 22 en représente un qui n'a encore que quelques couches d'épaississement, et la figure 24 est l'image d'un grain considérablement accru sans s'être divisé. La figure 20, pl. 11, simule un grain extrêmement jeune qui s'est déjà partagé en deux, et l'une des divisions est déjà un peu plus grosse que l'autre. Dans la figure 21, pl. 11, les deux divisions, ou grains partiels, continuent de croître l'une à côté de l'autre, mais l'une l'emporte sur l'autre par son accroissement. Dans la figure 28, pl. 11, deux grains partiels, nés aussi dès le début du grain originel, continuent également de végéter l'un à côté de l'autre, en produisant chacun ses couches particulières, qui sont déjà très nombreuses. Dans la figure 25, pl. 11, trois grains partiels viennent de naître. Dans la figure 26, le grain originel s'était allongé davantage, et à mesure qu'il s'allongeait, il produisait des grains partiels nouveaux, car il est évident que l'extrémité *a* était plus âgée que l'extrémité *b*. Ce grain offrait donc déjà quatre grains partiels. Dans la figure 27, quatre grains partiels nés de cette manière ont continué leur végétation en restant réunis. Chacun d'eux avait déjà de nombreuses couches d'épaississement.

Chez le grain d'amidon du même rhizome de *Canna gigantea* représenté par la figure 29, pl. 11, le grain originel avait déjà un grand nombre de couches *a* quand le contenu plasmique s'est divisé en deux parties. Les deux grains partiels qui en sont résultés se sont ensuite accrus considérablement. Dans la figure 30, pl. 11, le grain primitif *a* était plus avancé encore quand il a commencé à se diviser. Il donna d'abord deux grains partiels *c* et *b*. Le grain partiel *b* a végété sans se subdiviser. Le grain secondaire *c*, après avoir produit quelques couches, a donné naissance à deux grains tertiaires *d*, *d'*, qui avaient pris déjà un accroissement notable. Il est bien évident que l'on ne peut pas séparer par une dénomination différente les grains représentés par les figures 27, 28, et ceux qui le sont par les figures 29 et 30.

La division la plus tardive que j'aie remarquée dans le contenu de la vésicule amylacée, et qui montre que ce contenu a une végétation plus persistante que M. Nägeli ne paraît l'attribuer à son prétendu noyau, qui ne s'exfolierait qu'une, deux ou plusieurs fois dans les grains excentriques, me fut présentée par un énorme grain d'amidon du *Phajus grandiflorus*. Ce grain avait un dixième de millimètre de diamètre, et cependant il avait produit tout récemment deux centres de couches ou grains partiels, qui sont représentés en *o*, *o*, dans la figure 9 de la planche **11**. Un tel exemple, et beaucoup d'autres semblables, justifient pleinement le nom de *grains tardivement composés*.

Relativement à l'extension des couches d'épaississement les premières formées, nous avons vu que cette extension peut varier suivant l'espèce d'amidon. Chez quelques plantes, les couches les plus âgées ne suivent pas les plus jeunes dans leur extension. Chez l'amidon du *Canna gigantea* au contraire (pl. 11, fig. 29 et 30), les couches extérieures suivent l'extension des grains partiels, en sorte que les grains composés qui en résultent, sont aussi larges à la base qu'au sommet.

Les grains composés du Colombo, si remarquables par les formes qu'ils affectent, ne peuvent malheureusement pas être suivis dans leur développement sur la plante vivante, que nous n'avons pas à notre disposition. Malgré cela leurs formes variées n'en sont pas moins très instructives, et peuvent même fournir de bons arguments contre la théorie de M. Fritzsche. J'ai déjà montré pour le grain représenté par la figure 14 de la planche 11, qui renferme quatre centres de végétation, que sa structure même ne peut être expliquée par la théorie de l'accroissement centrifuge. Quant aux formes indiquées par les figures 12, 12 *bis* et 15, pl. **11**, il paraît bien évident que la forte dépression qui existe aux faces de contact n'est pas compatible avec la simple juxtaposition de deux ou de quatre grains globuleux dans un milieu où il n'y avait pas de forte pression, puisque autour d'eux (fig. 12 et 15) de nombreuses couches auraient pu se déposer librement, et puisque les grains composés qui en résultent ont des surfaces arrondies et ne présentent aucun indice de cette pression, pas plus que les côtés libres des grains partiels entourés par les couches communes enveloppantes, ou ceux des grains partiels non entourés par des couches communes (pl. **11**, fig. 12 *bis*).

D'un autre côté les grains binaires des figures 12 *bis* et 13, pl. 11, offrent la disposition de tous les grains de ce genre très développés, c'est-à-dire que le côté le plus épaissi des grains partiels est toujours du côté interne, du côté de la surface de contact. L'un des grains *b* a pris peu de développement dans la figure 13, tandis que l'autre *a* a produit de nombreuses couches d'épaississement. Les deux grains partiels de la figure 12 *bis* avaient un développement égal, comme c'est le cas le plus fréquent.

Enfin le grain composé représenté par la figure 16, pl. 11, qui laissait voir onze grains partiels sur le même plan (et il en contenait d'autres non visibles dans cette position), n'eût été, suivant M. Fritzsche, qu'au début du dépôt des couches communes, puisqu'il n'en eût existé qu'une seule encore, également épanchée sur toute la surface de cet assemblage de grains partiels, qui n'avait pas moins de 0,06 de millimètre sur $0^{mm},035$.

Les grains tardivement composés les plus singuliers sont ceux que renferme le tubercule de l'*Aceras anthropophora*. Ce tubercule produit des grains excentriques, que je comparerai à ceux des figures 36 et 37, pl. 9, ne les ayant pas dessinés. Ils présentent aussi ordinairement une dépression à l'extrémité correspondante à *p*. C'est par cette extrémité que le grain devient composé. Là naissent une, deux ou plusieurs protubérances qui végètent et se multiplient tellement, que j'en ai compté jusqu'à dix-sept sur le même plan. D'autres protubérances ou grains secondaires peuvent naître également plus tard sur d'autres points du grain primitif. Quand l'extrémité *p* est devenue latérale, comme dans les figures 43 et 44, pl. 9, les protubérances sont latérales.

Tous les faits que j'ai décrits précédemment sont contraires à la théorie du développement centrifuge, qui n'a pour base que des hypothèses, dont le premier auteur, M. Fritzsche, avoue n'avoir pas cherché la justification en remontant à l'origine des choses.

Classification des grains d'amidon.

Les grains d'amidon peuvent être simples, composés et multiples ou agrégés.

Les *grains simples* sont globuleux (pl. 9, fig. 12), elliptiques (pl. 9, fig. 9), ovoïdes (pl. 10, fig. 106), pyriformes (pl. 10, fig. 101), conoïdes (pl. 9, fig. 38), virguliformes (pl. 10, fig. 97, 98, 99, 111), fusiformes (pl. 10, fig. 91, 93, 94; pl. 11, fig. 49, *a*), cylindroïdes (pl. 10, fig. 110; pl. 11, fig. 46), triangulaires (pl. 9, fig. 34, réniformes (pl 9, fig. 6, 44), ramifiés (pl. 9, fig. 46), polyédriques (pl. 11, fig. 49, *b*, *c*, *d*).

Les grains simples peuvent être pleins ou creux, suivant leur richesse en substance amylacée. Celle-ci peut être nettement stratifiée dans toute l'épaisseur du grain, indistinctement stratifiée ou pas du tout stratifiée. Quand ils sont creux, la cavité peut varier suivant la forme du grain : elle peut être arrondie, ovoïde, elliptique, allongée, triangulaire, irrégulièrement anguleuse ou étoilée. Cette cavité peut communiquer avec l'extérieur quand la vésicule mère a été résorbée sur un ou deux points de son étendue (pl. 9, fig. 78, *t*, 79, *t*, 80, *t*).

Les *grains composés* se divisent en grains :

1° Dépourvus d'enveloppe générale commune; ils sont formés de deux, de trois, de quatre ou d'un grand nombre de grains partiels (*Salsepareille*, *Avena*, *Arrhenatherum*, *Phleum*, *Eleusine coracana*, etc.).

2° Pourvus d'une enveloppe commune simple (*Victoria regia*, *Nymphœa alba*, *Nuphar lutea*, etc.).

3° Pourvus de plusieurs couches communes dont le nombre peut varier beaucoup (ce sont des *grains tardivement composés*). Dans ce cas, les grains partiels sont ordinairement en petit nombre et ils peuvent être de deuxième ou de troisième génération (Colombo, *Solanum tuberosum*, *Canna*, etc.).

Les *grains multiples* ou *agrégés* offrent trois modes d'agrégation des grains constituants : *A*. ou ces grains composants sont sécrétés par un globule plasmique (Phytolaccées, Chénopodées, Amarantacées, Caryophyllées, Portulacées, *Arum italicum*, *vulgare*, *Tradescantia subaspera*, etc.); *B*. ou ils naissent dans un grain de chlorophylle, ou dans une vésicule colorée en rouge, orange, etc., ou dans une vésicule à plasma incolore.

Ces deux sortes de grains agrégés, complétement développés, ne peuvent être distingués des grains composés vrais.

C. Les grains simples, les grains composés vrais ou les grains multiples ou agrégés de la première sorte, remplissant entièrement les cellules, peuvent être unis les uns aux autres par la pre sion, en masses denses, très dures, qui ont ordinairement la forme de la cellule et l'aspect corné (beaucoup de Graminées, d'Amarantacées, de Caryophyllées, etc.).

De très jolies agrégations de grains simples sont offertes par quelques Polygonées, telles que les *Rheum undulatum*, *rhaponticum*, l'*Emex spinosus*, etc.

Volume des grains.

Le volume des grains de l'amidon est extrêmement variable non-seulement dans des espèces différentes, mais encore dans la même espèce, suivant l'âge ou le degré de développement de ces grains, et aussi suivant l'organe dans lequel il est né. Dans le même organe le volume des grains variant suivant le degré d'accroissement de ceux-ci, il est souvent impossible d'indiquer le volume d'une espèce d'amidon déterminée. Ce qu'il y a de mieux à faire pour donner une idée assez exacte de la dimension des grains d'une espèce d'amidon, ce n'est pas de noter les *maxima* et les *minima*, c'est d'indiquer les moyennes par deux limites prises parmi les grains les plus communs, et de signaler en outre les *maxima*. Il est presque toujours inutile de donner les *minima* quand les grains sont de volumes très divers, parce que ces *minima* sont les mêmes chez une multitude d'espèces, la plupart des grains commençant par de très petites granulations. Cependant on peut mentionner, dans la description d'une sorte d'amidon, si les grains de petite dimension sont nombreux ou rares, car il arrive quelquefois que les grains sont tous à peu près égaux. Quelquefois aussi il y a des grains de deux volumes différents, ainsi qu'on le verra dans quelques Hordéacées, par exemple.

Mon but n'étant point de faire connaître exactement la dimension des sortes d'amidon que je vais signaler, mais d'indiquer quelques données générales sur l'amidon de divers groupes, ou sur celui d'espèces d'un même genre dans lesquelles il offrirait des différences remarquables, susceptibles d'être utilisées par les botanistes descripteurs, je n'entrerai donc point dans les détails que je viens de recommander à ceuxqui auraient à décrire ou à comparer divers amidons du commerce, par exemple. Je me bornerai le plus souvent à signaler les *maxima*.

A. *Grains simples.* — Les limites extrêmes que j'ai trouvées entre les différentes sortes d'amidon complétement développé que j'ai examinées sont 0,0005 environ et 0,1000 de millimètre. La première mesure est celle des grains d'amidon de l'albumen du *Mirabilis Jalapa*, qui sont régulièrement petits. La mesure maximum m'a été donnée par un grain tiré du bulbe du *Phajus grandiflorus* (pl. 11, fig. 9).

En général, l'amidon qui naît en grains multiples de la nature de ceux des Chénopodées, des Amarantacées, des *Oxybaphus*, des Phytolaccées, des Commélinées, etc., est de petite dimension.

Parmi les grains simples, celui de l'albumen du *Bromus commutatus* est un des plus curieux par la régularité de sa forme elliptique et de son volume qui n'excède guère 0,003 de millimètre dans son grand diamètre.

Le grand axe des plus gros grains chez les *Bromus brachystachius* et *secalinus* est d'environ 0,005 à 0,0075 de millimètre. Les espèces du genre *Bromus* qui m'ont donné les plus gros grains sont les *Bromus tectorum* (0^{mm},02), *unioloides* (0^{mm},02), *sterilis* (0^{mm},02). L'amidon du *Brachypodium subtile* ressemble aux plus petites sortes des *Bromus*, aux *Bromus brachystachius* et *secalinus*.

Les Panicées que j'ai examinées ont des grains généralement assez petits. Ainsi dans le *Paspalum stoloniferum*, les plus gros grains ne dépassent pas 0,0075. Des *Panicum* cités plus haut, le *P. proliferum* offre les grains les plus volumineux, et ils ne sont communément que de 0,0075. Ils sont un peu plus gros chez le *Pennisetum longistylum*, où ils ont de 0,0075 à 0,01, et chez le *Pennisetum cenchroides*, où ils atteignent 0,01 et 0,0125. Ils sont un peu plus gros encore dans l'albumen des *Cenchrus echinatus*, où le maximum est de 0,02, dans celui du *Cenchrus spinifex*, où ils sont communément de 0,015, les plus gros étant de 0,025. Les plus volumineux du groupe des Panicées que j'ai étudiées appartiennent à l'*Anthephora elegans*, chez lequel ils ont jusqu'à 0,0325.

L'amidon des Andropogonées a beaucoup d'analogie avec celui des Panicées par ses caractères généraux. Voici la dimension des grains de quelques espèces : *Andropogon halepense* Sibth., peu de petits grains, communément 0,0125, les plus gros 0,0225 ; *Andropogon Ischœmum* L., comm. après le gonflement dans l'eau 0,005, les plus gros 0,0125 (la couche amylacée est fort mince) ; *Sorghum saccharatum* W., comm. 0,0075 à 0,0125, les plus gros 0,02.

De toutes les Graminées, les Hordéacées sont celles qui présentent les grains simples les plus gros, et ils sont toujours déprimés, lenticulaires. J'en ai mesuré de 0,0425 dans l'*Ægilops triaristata*, de 0,03 dans les *Æg. ovata* et *triuncialis*, de 0,0375 dans le *Triticum cristatum*, de 0,035 dans le *Tr. squarrosum*, de 0,03 dans les *Tr. rigidum*, *imbricatum*, de 0,02 dans le *Tr. caninum*, de 0,03 dans les *Elymus sibiricus*, *striatus*, *glaucifolius*, de 0,015 dans l'*E. tener*, de 0,03 dans le *Secale montanum*. A ces gros grains d'amidon sont mêlés des grains de volumes divers et beaucoup plus petits; mais dans certaines espèces, les grains sont de deux dimensions, gros et petits. Chez l'*Hordeum hexastichon* L., par exemple, les gros ont 0,025, et les petits ne dépassent pas 0,005 ; il en est à peu près de même dans l'*Hordeum macrolepis* Al. Br.

Les espèces de cette tribu chez lesquelles j'ai rencontré les plus petits grains d'amidon sont les *Hordeum murinum*, où le maximum dans le grand diamètre (car ils sont souvent un peu allongés) est de 0,0125 ; il est de 0,01 dans l'*Hordeum pratense*, de 0,0075 dans le *Triticum sylvaticum* Mœnch.

Chez les Cypéracées, l'amidon de l'albumen est généralement peu volumineux. Ainsi, dans les *Carex atrata* L., *distans* L., *ovalis* Good., etc., les grains ne dépassent pas 0,003 ; 0,004 dans les *C. hordeiformis* Vill., *pseudocyperus* L.; 0,005 dans les *C. caucasica* Stev., *paniculata* L.; 0,006 dans le *C. depauperata* Good. Les plus volumineux du genre *Carex*, parmi les espèces que j'ai examinées, m'ont été donnés par le *Carex pulicaris*, où ils ont fréquemment 0,0125 et 0,015. Dans l'*Isolepis setacea* R. Br., le plus grand diamètre ne dépasse guère 0,005 ; 0,0075 dans l'*Iso-*

lepis Holoschœnus R. et Sch.; ils ont quelquefois 0,01 dans l'*I. prolifera* R. Br.; 0,005 dans les *Scirpus atrovirens* W., *sylvaticus* L., etc.; 0,0075 dans le *Scirpus lacustris* L.; 0,005 dans le *Blysmus compressus*; 0,0075 dans l'*Eleocharis palustris* R. Br.; 0,005 dans les *Cyperus longus* L. f., *pygmœus* Rottb., *strigosus* W.; 0,0075 dans le *C. fastigiatus* Rottb., *flavescens* L., *vegetus* P., etc.; ils atteignent 0,015 dans le *Cyperus rotundus* L.

Dans l'albumen des Joncées, les grains d'amidon sont très déprimés. Chez les *Juncus bufonius* L., *Tenageia* W., *conglomeratus*, le maximum est d'environ 0,0125; dans celui des *Luzula campestris* L., *pediformis* DC., il est d'environ 0,015; dans le *Luzula spadicea*, il n'est guère que de 0,01; dans l'*Eriophorum vaginatum* le maximum est de 0,005.

Dans l'albumen du *Triglochin palustre* L., les grains d'amidon ne dépassent pas 0,0075; 0,01 dans l'*Alisma ranunculoides* L. f., le *Sagittaria lancifolia;* 0,0125 dans le *Butomus umbellatus* L. f. Ils ont communément de 0,002 à 0,003, plus rarement 0,005 dans l'albumen des *Cardamomum majus* et *minus*, et ils sont très souvent creux dans le *C. majus*. Ils n'excèdent pas 0,0075 dans le *Potamogeton perfoliatus*, l'*Acorus Calamus;* 0,005 dans le *Sparganium ramosum*. Les grains fusiformes les plus grands dans l'albumen du *Ravenala madagascariensis*, ont 0,04 de longueur sur 0,005 de largeur; ceux du *R. guyanensis* ont 0,015 sur 0,0075. Les grains amylacés atteignent 0,025 dans le corps ligneux de la racine de *Smilax Sarsaparilla*, et seulement 0,015 dans la partie corticale (les grains doubles, triples et quadruples y ont à peu près la même dimension). Dans l'albumen d'un *Bilbergia* indéterminé, le maximum est 0,03.

Dans le tubercule de l'*Orchis latifolia* le maximum est 0,04 sur 0,0275; il est 0,03 sur 0,02 dans l'*Orchis militaris* et dans l'*Aceras hircina*, 0,02 dans le *Platanthera chlorantha*. Dans les bulbes du *Phajus grandiflorus*, j'ai trouvé beaucoup de grains de 0,06 de longueur et très épais; le plus gros, dont j'ai parlé déjà, avait 0,1 de millimètre sur autant de largeur.

Les grains d'amidon du rhizome du Gingembre officinal sont très comprimés, et les plus gros n'excèdent guère 0,025 de longueur sur 0,015 de largeur. Dans un jeune rhizome du *Zingiber Zerumbet* ils ne dépassaient pas 0,025 sur 0,015; mais dans une racine napiforme du même individu, les grains qui sont ovales, oblongs ou globuloïdes, atteignaient jusqu'à 0,0425 sur 0,0225 (je n'ai pas trouvé d'amidon dans les racines allongées, cylindroïdes). L'amidon du rhizome du *Canna gigantea* offre des grains simples qui ont jusqu'à 0,04. Les plus gros grains du fruit non mûr encore du *Musa sinensis* ont à peu près la même dimension, puisqu'ils ont jusqu'à 0,04 sur 0,025.

Dans l'albumen des Polygonées, les grains dépassent rarement: 0,0025 chez le *Rumex nepalensis* Sprg. (1); 0,006 dans le *R. pratensis* Kock; 0,0075 *R. crispus;* 0,01 dans les *R. parviflorus* F. et M., *polygonifolius* Jacq. f.; 0,005 à 0,006 dans l'*Emex spinosus*, le *Polygonum petiolare*; 0,015 dans le *Rheum undulatum.*

Dans l'embryon du *Laurus canariensis*, ils sont généralement de 0,004 à 0,01; *L. nobilis* de 0,005 à 0,0085.

Dans l'embryon des *Acanthus spinosus* et *mollis* les grains ont de 0,003 à 0,035 sur 0,0225. L'embryon des *Justicia flavicoma*, *furcata*, *abyssinica*, ne contient que de l'aleurone.

Dans les cotylédons du *Nelumbium codophyllum*, ils ont communément 0,0125 sur 0,0075 environ; les plus gros atteignent 0,02 sur 0,015.

Dans l'albumen du *Cistus creticus*, les grains sont communément de 0,01 sur 0,005, et le maximum est 0,0225 sur 0,0075; dans le *Cistus hirsutus* le maximum est 0,015 sur 0,01.

Dans l'embryon du *Carya amara* les grains sont petits (0,002 à 0,004), abondants avant la maturité, rares après.

Dans les Légumineuses, les semences paraissent renfermer plus souvent de l'aleurone que de l'amidon; cependant celui-ci prédomine dans les plantes suivantes, les trois dernières exceptées: *Cicer sativum*, *arietinum* où le maximum atteint 0,02 sur 0,015;

---

(1) *Note de l'auteur.* — Les grains d'amidon bleuissent peu par l'iode dans l'albumen du *Rumex nepalensis* que j'ai à ma disposition; il bleuit assez faiblement dans celui du *Rumex pratensis* et de plusieurs autres Polygonées.

Pisum sativum 0,035 sur 0,025; *P. arvense* 0,0275 sur 0,0175; *P. maritimum* 0,0225 sur 0,0175; *Ervum Lens*, *Ervilia* et *monanthos*, 0,03 sur 0,02; *Vicia Faba* 0,04 sur 0,0275; *V. sativa*, *pisiformis* et *villosa* 0,03 sur 0,02; *Lathyrus odoratus* 0,0325 sur 0,02; *L. rotundifolius* 0,0225 sur 0,015; *L. sylvestris* 0,0225 sur 0,0125; *Phaseolus lunatus* et *sphæricus* 0,0375 sur 0,025; *Ph. vulgaris* et *nanus* 0,03 sur 0,02; *Ph. multiflorus* 0,03 sur 0,015; *Dolichos sesquipedalis*, *sinensis*, *Lablab* 0,025 sur 0,175; *D. biflorus* 0,02 sur 0,0175; *D. unguiculatus* 0,175 sur 0,0125; *Arachis hypogæa* et *Onobrychis caput Galli* 0,0075; *Onobrychis sativa* 0,01, il n'existe pas dans toutes les cellules.

B. *Grains composés.* — Quand un organe renferme beaucoup de grains composés, les grains simples ne sont généralement pas volumineux, et les grains partiels n'ont communément qu'une assez petite dimension. Par ces mots, je ne prétends établir aucune loi, aucune règle générale; je veux seulement exprimer le principal résultat de mes observations, en exceptant toutefois les sortes d'amidon chez lesquelles le grain ne devient composé qu'à un âge plus ou moins avancé, lorsqu'il a déjà produit un assez grand nombre de couches d'épaississement, car alors les grains simples et les grains partiels peuvent acquérir de grandes dimensions. Dans la racine de Colombo, par exemple, j'ai trouvé des grains simples de 0,05 sur 0,04, et des grains composés de 0,06 sur 0,035 (pl. 11, fig. 14 et 16). On voit aussi par l'examen des figures 12, 13 et 15 pl. 11, que les grains partiels peuvent arriver à une grosseur assez considérable. On trouve des grains partiels quelquefois assez volumineux dans la racine de Salsepareille. Il y en a aussi d'assez gros dans quelques grains tardivement composés du fruit du *Solanum tuberosum* (pl. 10, fig. 100, 104, *a*, *b*) et même dans la Pomme de terre (pl. 10, fig. 86, *a*, *b*), et dans le rhizome de *Canna*, etc.

Dans les Graminées, le volume des grains composés et des grains partiels peut avoir une certaine importance, à cause de la diversité qu'il présente dans différents genres, ou même dans les espèces d'un même genre. Pour cette raison, je noterai ici le volume des grains composés et des grains partiels d'un certain nombre d'espèces, en confondant sous le nom de grains composés tout ce qui en a l'aspect dans cette famille, puisqu'il est impossible, chez des semences mûres, de distinguer toujours avec certitude les grains composés des grains multiples ou agrégés. Les chiffres que je donne indiqueront toujours le volume maximum pour les grains composés, quand le minimum ne sera pas signalé particulièrement.

Poa arundinacea Link, grains composés de 0,04 à 0,05, grains partiels de 0,002 à 0,005; *Poa Eragrostis*, grains composés 0,03 sur 0,02, grains partiels 0,002 à 0,005; *Lolium perenne*, grains composés 0,03 sur 0,0225; *L. multiflorum* 0,0225; *Eleusine Coracana* L., grains composés 0,0275 sur 0,015, grains partiels génér. de 0,003 à 0,007, grains simples jusqu'à 0,01; *Alopecurus utriculatus*, grains composés de 0,015 à 0,025, grains partiels et grains simples de 0,0025 à 0,01; *A. pratensis* L., grains composés de 0,005 à 0,03 sur 0,015; *Phleum alpinum* L. f., grains composés 0,02, grains partiels communs 0,002 à 0,003; *Phl. asperum* H. P., grains composés 0,04 sur 0,025, grains partiels 0,005 à 0,0125; *Phl. Michelii*, grains composés 0,025, grains partiels 0,001 à 0,002; *Arrhenatherum bulbosum, avenaceum*, grains composés 0,0225, grains partiels gros; *Avena hirsuta*, grains composés 0,025, grains partiels gros, accompagnés de grains simples qui ont jusqu'à 0,02.

Dans les *Avena hirsuta*, *sativa*, *strigosa*, *brevis*, *fatua*, les grains composés et leurs grains partiels sont assez volumineux, tandis que l'*Avena myriantha* offre de petits grains composés, quelquefois de 0,01 sur 0,005, avec des grains partiels fort ténus. Cette dernière espèce présente en même temps des grains composés à grains partiels beaucoup plus gros et évidemment formés par la division de grains simples.

Les grains composés de l'*Aira flexuosa* atteignent jusqu'à 0,025 sur 0,015, et les grains partiels ont communément 0,005. Il y a aussi des grains simples globuleux qui ont souvent 0,005 et parfois 0,0125. Dans les *Aira pulchella* Willd., *præcox* L. et *caryophyllea*, au contraire, les grains composés atteignent rarement 0,01, et les grains partiels ont seulement 0,001 environ.

Dans les *Festuca*, certaines espèces ont les grains composés et les grains partiels assez volumineux. Ce sont, entre autres, les *Festuca maritima* DC., *gigantea* L., à grains composés de 0,007 à 0,025, à grains partiels communément de 0,002 à 0,003, à grains simples de 0,005, creux; *Festuca Drymeia* L., grains composés 0,025 sur 0,02, grains partiels de 0,002 à 0,004; *F. procumbens*, grains composés de 0,007 à 0,025 sur 0,015, grains partiels généralement de 0,002 à 0,003; tandis que d'autres *Festuca* ont les grains composés et les granules petits, par exemple, les *F. geniculata*, à grains composés de 0,0025 à 0,015 sur 0,01, grains partiels 0,001 environ; *F. pectinella*, *Poa; F. bromoides*, grains composés 0,0125 sur 0,0075, grains partiels 0,001, etc.

Les genres *Agrostis* et *Calamagrostis* présentent des différences analogues, quoique moins sensibles, parce que les plus gros grains composés et les plus gros grains partiels ne sont que de modique dimension. Ainsi les grains composés et les grains partiels sont plus gros dans l'*Agrostis vulgaris*, dans lequel les grains composés ont de 0,005 à 0,02 sur 0,0125, et les grains partiels communs 0,002 à 0,003; dans le *Calamagrostis argentea*, les grains composés ont de 0,007 à 0,03 sur 0,02, et les grains partiels de 0,002 à 0,005; tandis que les grains composés et les grains partiels sont plus petits dans l'*Agrostis spica-venti*, dont les grains composés ont de 0,003 à 0,015 sur 0,0075, très rarement 0,02 sur 0,01, et les grains partiels moyens environ 0,001; et dans le *Calamagrostis Epigeios*, qui a les grains composés de 0,003 à 0,0125 sur 0,0075, et les grains partiels les plus gros de 0,003.

Dans les espèces du genre *Phalaris* que j'ai étudiées, les grains composés et les grains partiels concordent assez bien respectivement par leurs dimensions. Parmi elles sont les *Phalaris canariensis*, *minor* Retz, *paradoxa* L., *cœrulescens* Desf., *truncata* Guss., dont les grains composés ont de 0,005 à 0,03 sur 0,015, et les grains partiels environ 0,0025. Chez d'autres genres les grains composés paraissent uniformément petits, tels sont ceux du genre *Kœleria*. Ex.: *Kœleria cristata* Pers., *brachystachya* Dec., *valesiaca* Gaud., *villosa* Pers., chez lesquels le diamètre des grains composés les plus volumineux ne dépasse guère 0,0125 sur

0,006 ou même sur 0,003. La plupart de ces grains composés sont beaucoup plus petits.

Au nombre des espèces dont les grains composés sont les moins volumineux, peuvent être rangées les plantes suivantes : *Holcus mollis* L., grains composés de 0,003 à 0,015 sur 0,0075; *Chæturus fasciculatus* Lk., grains composés de 0,003 à 0,0125 sur 0,006; *Trisetum Læflingianum* PB., grains composés de 0,0025 à 0,015 sur 0,0075; *Tris. flavescens* P. B., grains composés comme dans le précédent, mais un peu plus épais; *Corynephorus canescens* P. B., grains composés de 0,003 à 0,015 sur 0,0075; *Lamarckia aurea* Mœnch., grains composés de 0,003 à 0,015 sur 0,01, etc. Je m'arrête ici pour ne pas donner trop de longueur à ces détails arides. Si j'ai donné quelque extension à cette étude, c'est que j'ai pensé que l'aspect de l'amidon peut donner parfois de bonnes indications pour la distinction des espèces chez les Graminées. Je n'ajouterai rien relativement à la dimension des grains d'amidon des Chénopodées, des Amarantacées, des Caryophyllées, des Portulacées, etc., parce qu'ils ne présentent pas autant d'intérêt sous ce rapport; il y a plus d'uniformité.

Résorption des grains d'amidon pendant la germination et la maturation des fruits.

On sait que l'amidon disparaît, pendant la germination, de l'intérieur des organes qui le contiennent, par une sorte de dissolution graduelle, qui aurait lieu, suivant MM. Payen et Persoz, sous l'influence de la *diastase*. Fourcroy avait déjà dit que l'amidon est transformé en sucre pendant la germination. Je ne veux point examiner ici le phénomène au point de vue chimique, j'ai seulement l'intention d'indiquer les principales modifications de forme que l'agent de dissolution fait subir aux grains d'amidon que j'ai eu l'occasion d'étudier sous ce rapport.

Quand ces grains sont petits, pleins et à peu près globuleux, ils se dissolvent ordinairement avec tant de régularité, que le phénomène n'est sensible que par la diminution du volume du grain. La forme n'en paraît pas changée, les contours sont toujours très nets; en un mot, le grain semble intact presque jusqu'à sa disparition, ou, du moins, jusqu'à ce que la résorption arrive vers les parties centrales (baies des Solanées). Quand les grains sont petits, polyédriques et creux (grains partiels des Graminées), la couche amylacée étant rompue sur un ou plusieurs points, la forme originelle disparaît beaucoup plus tôt.

Quand les grains d'amidon sont plus volumineux, on remarque des aspects très divers sur lesquels l'excentricité du grain a parfois une grande influence. Nous verrons plus loin quelle est cette influence.

Voyons d'abord ce qui survient pendant la dissolution de l'amidon dans les gros grains simples des Graminées, tels que ceux des *Ægilops*, des *Triticum*, des *Secale*, des *Hordeum*, des *Elymus*, etc. Les formes auxquelles cette dissolution donne lieu se rapportent à deux types principaux, qui assez souvent, il est vrai, se trouvent réunis dans le même grain. J'ai dit précédemment qu'il existe dans l'intérieur de la vésicule amylacée deux matières anatomiquement distinctes : 1° la substance des couches concentriques; 2° la matière qui incruste ces couches de manière à les dissimuler souvent tout à fait. L'agent de dissolution pendant la germination nous dévoile aussi l'existence de ces deux matières, et quelquefois avec beaucoup d'élégance, par les dessins qu'il découpe dans la substance des grains d'amidon.

Suivant le premier type de dissolution, la stratification est dévoilée (pl. 12, fig. 54, 55, et 56); suivant l'autre, elle ne l'est pas (pl. 12, fig. 52, 53, 59, 62 et 63), ou elle l'est seulement très imparfaitement (pl. 12, fig. 51).

Les plus beaux exemples du premier mode m'ont été offerts par les *Triticum*, et en particulier par les *Triticum villosum* (pl. 12, fig. 54, 55 et 56), *sativum*, *squarrosum*, et par l'*Ægilops triaristata*. L'agent de dissolution agit sur un point de la circonférence ou sur plusieurs points à la fois. De ce point, d'abord presque mathématique, il pénètre à une couche plus profonde, de celle-ci à une troisième, puis à une quatrième, en avançant ainsi vers le centre du grain; mais à mesure qu'il progresse, sa base d'action, à la circonférence, s'étend, et par la dissolution de l'amidon incrustant met à nu la substance des couches. Celles-ci sont donc partiellement dénudées suivant des cônes plus ou moins aigus, très élégants, dont la base est à la périphérie du grain et le sommet tourné vers le centre (pl. 12, fig. 55). La matière incrustante étant ainsi enlevée peu à peu (pl. 12, fig. 56), les couches sont elles-mêmes attaquées et disparaissent complétement.

Quand les grains sont assez compactes pour que la dessiccation n'y ait pas déterminé de crevasses vers le centre, les cônes de dénudation s'étendent ainsi sans interruption jusqu'au milieu du grain ; mais il arrive très fréquemment que cette partie centrale, moins riche en principe amylacé au moment de la suspension de la végétation, s'est contractée pendant la dessiccation. Alors ont été produites des fissures dont la figure varie. Elles sont souvent rayonnantes, et ces rayons, au nombre de trois, quatre ou plus, peuvent être représentés par des fentes rectilignes ou sinueuses. Fréquemment aussi, et cela s'observe souvent dans les gros grains du *Triticum sativum*, de l'*Ægilops triaristata*, etc., dans les grains sans doute qui ont une stratification un peu mieux établie vers le centre, la contraction de la substance centrale se fait circulairement. Cette substance médiane est dans ce cas séparée de la périphérie par une fente circulaire complète ou interrompue. Dans le *Triticum sativum* et dans l'*Ægilops triaristata*, il n'est point rare qu'il se fasse ainsi deux et même trois fentes concentriques, d'où, surtout dans l'*Ægilops*, partent quelquefois de larges fentes rayonnant vers la circonférence du grain. Ces fentes modifient nécessairement l'aspect de celui-ci pendant la résorption ; car, lorsque cette dernière a atteint la fente circulaire, la dissolution de la substance centrale va souvent plus vite que celle de la matière périphérique, qui peut ainsi rester seule sous la forme d'un anneau irrégulièrement corrodé.

Le second type présente un aspect très différent. Les grains montrent d'abord de petites perforations punctiformes, dont le nombre augmente peu à peu, puis ces perforations s'élargissent, se joignent les unes aux autres, et produisent ainsi des ouvertures irrégulières, qui grandissent sans cesse et s'unissent à leurs voisines par la résorption de la substance intermédiaire (pl. 12, fig. 62). Si le grain avait des fentes rayonnantes (et il en offre d'autant plus que la substance centrale avait moins de densité), ces fentes et la cavité centrale, si elle était grande, exercent une influence manifeste sur les progrès de la dissolution; car, en multipliant les surfaces, elles facilitent l'action de l'agent de résorption. Cependant, il est des grains pourvus de fentes en croix très larges, nullement corrodées, bien que les grains soient profondément rongés sur les autres parties; ce qui donne la pensée que l'agent de dissolution n'est pas un liquide baignant tout le grain. Quoique j'aie eu cette idée, je ne la crois pas fondée; je pense que, pour une cause que je ne connais pas, les bords de ces fentes présentent seulement un peu plus de résistance, car à la fin ils sont eux-mêmes attaqués comme l'indique la figure 63, pl. 12, qui certainement avait des fentes en croix en *a*, *b*, *c*, *d*. De ces érosions diverses résultent les figures les plus irrégulières. Le grain est déchiqueté de la manière la plus bizarre et montre, quand l'action est avancée, des îlots de substance non attaquée des formes les plus diverses. Un des exemples les plus curieux de ce second type me fut donné par le *Secale montanum* (pl. 12, fig. 62 et 63), chez lequel je n'ai rencontré qu'assez rarement des traces du premier type, c'est-à-dire, de l'indication de strates par la résorption.

Chez l'*Hordeum hexastichon* L., la stratification n'est pas non plus bien manifeste; aussi les grains amylacés en sont-ils altérés tout autrement que ceux de l'amidon des *Triticum* cités précédemment. Ils offrent, en effet, une forme du second type. Dans cet *Hordeum* les grains sont d'abord attaqués par un seul point (pl. 12, fig. 58, *a*) ou par un petit nombre de points. L'excavation ainsi produite gagne la cavité centrale en s'élargissant plus ou moins. Alors tout le pourtour de cette cavité est érodé, et le grain est envahi de la sorte progressivement du centre à la circonférence (pl. 12, fig. 59, 61 et 60), de manière que l'on trouve fréquemment des grains qui n'ont plus qu'une bordure amylacée très mince, ne présentant qu'une ou deux interruptions (pl. 12, fig. 61). A la fin cette bordure est elle-même rompue par la résorption sur plusieurs points à la fois, d'où il résulte plusieurs îlots qui se rétrécissent et disparaissent peu à peu (pl. 12, fig. 60). Si le grain était crevassé dans des directions diverses, la figure de ces crevasses s'ajoute à celle qui est due à la seule érosion; et il est à remarquer que les bords de ces crevasses en fentes rayonnantes ne sont en général attaqués, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, que lorsque les autres portions du grain sont quelquefois en grande partie dissoutes.

Chez les *Hordeum distichum* L., et *Zeocriton* L., la stratification est plus marquée. On en trouve, au moins, une indication plus manifeste pendant la résorption de certains grains (pl. 12, fig. 57), bien que dans beaucoup d'autres grains on n'en découvre aucune trace. Au reste, les grains amylacés de ces deux espèces, perforés sur plusieurs points à la fois, ou plus rarement sur un seul, offrent souvent aussi les mêmes phénomènes que l'espèce précédente, c'est-à-dire que l'érosion arrivée au centre marche ensuite vers la circonférence. Mais, je le répète, souvent aussi on aperçoit des grains dans lesquels des couches périphériques sont manifestées, au moins partiellement, de manière que ces grains montrent à la fois les deux types de résorption (pl. 12, fig. 57).

Ces deux types sont offerts bien manifestement aussi par l'amidon du *Triticum squarrosum*, chez les grains duquel la résorption commence tantôt par une dénudation très étendue des couches, sans qu'il apparaisse de perforation, tantôt par de nombreuses perforations sans que la dénudation des strates soit produite. D'autres fois les deux phénomènes se présentent à la fois sur le même grain. Quand certaines perforations ont atteint la substance centrale, la résorption paraît ensuite s'avancer plus rapidement du centre à la circonférence, en déterminant les configurations les plus irrégulières.

Chez certaines espèces d'amidon, la résorption est très énergique à la circonférence, qu'elle corrode souvent sur de grandes étendues avant d'attaquer la partie centrale. De tels exemples sont fournis assez fréquemment par l'*Hordeum Zeocriton* L., et plus souvent encore par l'*Elymus striatus* (pl. 12, fig. 53). La dissolution des grains amylacés de cet *Elymus* fait voir aussi assez fréquemment des indices d'une stratification; mais ce n'est pas par dénudation des couches comme dans les *Triticum* cités, c'est que l'érosion, en s'avançant de la circonférence vers le centre, pénètre à une petite distance entre ces couches, et en manifeste ainsi la présence en dissolvant sans doute la partie la moins dense, sans les découvrir sur une grande étendue (pl. 12, fig. 51); mais le plus ordinairement l'érosion attaque le grain très irrégulièrement et le découpe de manière à dessiner des formes comme celles que représentent les figures 50, 52 et 53, pl. 12. J'ai une fois trouvé un *Y* découpé avec la plus grande régularité au milieu d'un grain d'amidon de cet *Elymus striatus.*

Les gros grains d'amidon des Graminées, dont je viens de parler, sont lenticulaires, pleins, ou présentent une cavité centrale déprimée aussi. Dans les plantes dont les grains d'amidon plus ou moins allongés ont le centre organique très excentrique, on remarque, au moins dans certaines espèces, que la dissolution ne commence pas indistinctement sur l'extrémité la plus voisine de ce centre organique, ou sur toute la surface du grain en même temps. Dans les écailles des bulbes du *Lilium candidum*, par exemple, les grains d'amidon sont très excentriques, et le centre organique est toujours placé près de l'extrémité la plus atténuée du grain, qui est ordinairement pyriforme (pl. 11, fig. 10, *a*), ou un peu allongée ou plus rarement un peu déprimée suivant l'axe d'épaississement des couches. Chez cet amidon du *Lilium*, j'ai toujours vu la résorption commencer à l'extrémité renflée. Il y apparaît des érosions circulaires qui progressent suivant des plans perpendiculaires à l'axe du grain (pl. 11, fig. 11 *b* et 17 *b*), et qui se multiplient en avançant vers l'extrémité atténuée *a*. L'érosion continue ensuite en se rapprochant insensiblement de l'axe (pl. 11, fig. 18). Comme la dissolution n'a pas lieu avec une égale intensité à toutes les hauteurs, il en résulte des inégalités souvent très grandes, qui communiquent au grain des figures diverses, et qui le font paraître çà et là plus ou moins étranglé, surtout quand la résorption est avancée. Le grain semble alors souvent constitué par une série de trois ou quatre grains plus ou moins ovoïdes ou elliptiques, unis par des rétrécissements.

Dans les bulbes du *Phajus grandiflorus* la résorption suit à peu près la même marche, c'est-à-dire qu'elle a lieu circulairement aussi, suivant des plans superposés, perpendiculaires à l'axe du grain ; seulement elle paraît atteindre le sommet conique relativement beaucoup plus tôt que dans le Lis. Toutefois, les figures 2 et 3, pl. 11, font voir que ce sommet est plus tardivement atteint que la partie inférieure et la moyenne. Dans le grain représenté par la figure 4, pl. 11, la résorption avait marché plus rapidement vers la base ; dans celui que représente la figure 5, c'est le sommet qui avait été le plus promptement résorbé. Dans la figure 8, c'est surtout vers la base que le grain a été le plus endommagé.

Le grain qu'indique cette figure 8, pl. 11, offrait une particularité digne d'être signalée : c'est que les parties érodées *e* paraissaient enveloppées par la vésicule mère, dont la présence était manifestée aussi par des plis vers la partie supérieure en *b*. Une telle membrane était aussi apparente en *v* dans le grain représenté par la figure 9, pl. 11, chez lequel la résorption avait aussi commencé vers la base.

Dans l'amidon du rhizome du *Canna gigantea*, la résorption se fait aussi dans le même sens, ainsi que le montre la figure 31, pl. 11. Dans les grains figurés sous les numéros 31 et 32, le centre organique paraissait exister encore en *o*, sous la forme d'un petit globule terminant le grain. Dans les figures 33 et 34, les couches amylacées érodées sur les côtés semblaient former un tout contourné en spirale. L'aspect de tels grains rappelait la théorie de M. Hartig. J'ai examiné avec beaucoup d'attention plusieurs de ces grains, et je me suis assuré qu'ils étaient le résultat de la juxtaposition de couches obliques qui, vues de face, m'ont donné la figure 35, pl. 11.

Chez d'autres plantes, la résorption se fait avec plus d'irrégularité encore. L'amidon du rhizome du *Zingiber Zerumbet*, par exemple, qui m'a fourni les figures 37 à 45, pl. 11, est dans ce cas. Plusieurs de ces figures font voir que les grains dont la dissolution était très avancée, étaient parfois encore revêtus de leur vésicule mère (pl. 11, fig. 39 *v*, 40 *v*, 44 *v*). L'érosion circulaire est très évidente dans les figures 37, 42 et 43. Il y a une apparence de spirale, au contraire, dans les figures 39 et 40. Le grain représenté par la figure 45 était attaqué sur plusieurs points très limités, formant des petites excavations, sans affecter aucune disposition régulière.

Je terminerai ce chapitre par quelques mots sur la résorption des grains composés du *Ficaria ranunculoides*. Ces grains, qui appartiennent à la section des grains tardivement composés, sont par conséquent d'abord simples; après avoir produit un nombre de couches plus ou moins grand, ils divisent leur plasma amylacé en deux, trois ou quatre grains partiels. Ces derniers, très apparents dans la jeunesse, sont plus tard si bien masqués par de la matière incrustante amylacée, qu'ils sont le plus souvent invisibles, ou bien ils sont seulement indiqués par deux très petites fentes en croissant, vers l'extrémité élargie du grain (pl. 9, fig. 30 et 31, *c*, *c*).

Pendant la résorption, les grains d'amidon du *Ficaria ranunculoides* paraissent attaqués assez régulièrement sur tout leur pourtour, de manière qu'ils ne semblent perdre leur forme primitive que lorsque la dissolution arrive aux grains partiels. Comme ces grains étaient très excentriques au moment de la naissance des grains partiels, la résorption ne tarde pas à atteindre ceux-ci. Alors l'érosion avance entre ces grains partiels, élargit la fente ou ligne de contact qui les séparait, et communique ainsi au grain originellement simple une forme bifurquée ou trifurquée, suivant le nombre des grains secondaires.

Dans cette résorption les cavités des grains partiels se creusent souvent, s'élargissent sans que les parois paraissent avoir été perforées préalablement. On aperçoit ainsi des grains à deux, trois ou quatre loges telles que l'on n'en découvre jamais dans les grains entiers. Ces loges sont à la fin ouvertes par l'érosion, mais elles ne le sont pas en même temps; de là de nouvelles irrégularités, qui peuvent être augmentées par l'inégalité des parties du grain composé, c'est-à-dire des grains partiels, et par les accidents de la résorption qui surviennent ensuite.

La dissolution du grain d'amidon pendant la germination consiste donc en une érosion opérée par un agent chimique. Cet agent n'agit que localement; il n'imprègne point toute la substance du grain; il la corrode peu à peu comme un acide corrode un morceau de métal; aussi la substance amylacée non encore dissoute conserve-t-elle la propriété de bleuir par l'iode.

ÉNUMÉRATION DES GRAMINÉES

DONT L'ALBUMEN NE CONTIENT QUE DES GRAINS D'AMIDON SIMPLES, ET DE CELLES DANS LESQUELLES IL RENFERME AUSSI DES GRAINS COMPOSÉS (1).

Il est des Graminées dont l'albumen ne contient que des grains simples; il en est d'autres chez lesquelles cet organe renferme à la fois des grains simples et des grains composés ou des grains multiples. Ayant trouvé un genre, le genre *Sesleria*, dont une espèce, le *S. echinata* Desf., contient seulement de gros grains d'amidon simples, tandis que les deux autres espèces que j'ai eues à ma disposition, les *S. tenuifolia* Schrad. et *elongata* Host., possèdent de beaux grains composés, j'ai pensé que, dans la révision des Graminées, l'examen de l'amidon, au point de vue de la forme comme à celui du volume, pourrait aider à caractériser certaines espèces et à déterminer la place que doivent occuper celles dont les affinités sont douteuses. A cause de cela, j'ai cru utile de signaler ici, parmi les espèces que j'ai étudiées, celles qui n'ont que des grains simples et celles qui sont pourvues de grains composés en même temps que de grains simples.

1° ORYZÉES. Grains composés. *Oryza sativa* L., *Zizania aquatica* L.

2° PHALARIDÉES. Grains composés. *Crypsis schœnoides* L., *Alopecurus nigricans* Horn., *geniculatus* L., *utriculatus* L., *agrestis* L. f., *pratensis* L., *Phleum annuum* Bbrst., *tenue* Schrad., *nodosum* L., *pratense* L., *alpinum* L. f., *Bœhmeri* Wib., *asperum* H. P., *Michelii* All., *Phalaris canariensis* L., *minor* Retz, *paradoxa* L., *cœrulescens* Desf., *truncata* Guss., *Holcus mollis* L., *Anthoxanthum ovatum* Lag., *odoratum* L. f.

Grains simples. *Coix lacryma* L., *Zea Mays* L., *hirta* Bnfs.

3° PANICÉES. Grains composés. *Milium effusum* L. f.

Grains simples. *Paspalum stoloniferum* Bosc, *Panicum proliferum* Lamk, *ciliare* Retz, *capillare* L., *sanguinale* W., *virgatum* L. f., *oryzinum* Gmel., *erucœforme* Sibth., *Oplismenus crus Galli* Kit., *colonus* Kth, *Pennisetum longistylum* Hochst., *cenchroides* Rich., *Setaria verticillata* Beauv., *compressa* Kth, *germanica* Beauv., *glauca* Beauv., *Cenchrus spinifex* Cav., *echinatus* L., *tribuloides* L., *Anthephora elegans* Schreb.

---

(1) *Note de l'auteur.* — Ici, comme en traitant du volume des grains, et pour la même raison, j'appellerai grains composés tout ce qui en a l'aspect, c'est-à-dire les grains composés et les grains multiples.

4° Stipacées. Grains composés. *Stipa juncea* L., *capillata* L.

Il est souvent très difficile de découvrir les grains composés, parce que tous les grains, fortement pressés dans les cellules, adhèrent les uns aux autres, de telle manière cependant que si l'on veut les couper ou les écraser, la masse s'égrène et les grains composés se désagrégent aussi bien que le reste, même quand on s'aide d'une macération préalable dans l'eau.

5° Agrostidées. Grains composés. *Sporobolus tenacissimus* Beauv., *Agrostis vulgaris* Smith, *pallida* DC., *spica-venti* L. f., *lachnantha* Nees, *interrupta* L., *alba* L., *canina* L., *dulcis* Poir., *nebulosa* Boiss. et R., *Gastridium australe* P. B., *triaristatum* Dur., *Polypogon mexicanum* Nees, *monspeliensis* Desf., *Chæturus fasciculatus* Lk.

6° Arundinacées. Grains composés. *Calamagrostis lanceolata* Roth., *argentea* DC., *Epigeios* Roth., *Deyeuxia sylvatica* Kth, *retrofracta* Kth.

7° Pappophorées. Grains composés. *Echinaria capitata* Desf.

8° Chloridées. Grains composés. *Chloris polydactyla* Swartz, *gracilis* Durand, *Meccana* Hochst. et Steud., *truncata* R. Br., *submutica* Kth, *Leptochloa virgata* P. B., *Eleusine oligostachya* Lamk, *coracana* L., *Figarei* Del., *indica* Del., *Spartina cynosuroides* L.

9° Avénacées. Grains composés. *Corynephorus canescens* P. B., *Deschampsia juncea* Beauv., *cæspitosa* Beauv., *Aira pulchella* Willd., *caryophyllea* L., *Tenorei* Guss., *flexuosa* L. f., *præcox* L., *Lagurus ovatus* L., *Trisetum neglectum* R. et S., *flavescens* P. B., *Lœfflingianum* P. B., *Avena sativa* L., *strigosa* Willd., *hirsuta* Roth., *pubescens* L., *sterilis* L., *nuda* L., *brevis* Willd., *myriantha* Bertol., *rigida* M. B., *fatua* L., *Gaudinia geminiflora* Gay, *fragilis* Beauv., *Arrhenatherum avenaceum* P. B., *bulbosum* P. B.

10° Festucacées. Grains composés. *Sesleria tenuifolia* Schrad., *elongata* Host., *Poa Eragrostis* L., *chilensis* H. P., *bulbosa* L., *pratensis* L., *nemoralis* L., *arundinacea* Link, *Molinerii* Balbis., *ægyptiaca* L., *iberica* Fisch. et Mey., *megastachya* Kœl., *scariosa* Lag., *alpina* L., *capillaris* L., *pilosa* L. f., *peruviana* Jacq., *tenella* L., *sudetica* L., *compressa* L., *trivialis* L., *cenisia* H. P., *Catabrosa aquatica* Wahlb., *Briza virens* L., *media* L. f., *maxima* L., *Kœleria cristata* Pers., *valesiaca* Gaud., *brachystachya* DC., *villosa* Pers., *Schismus marginatus* P. B., *Dactylis glomerata* L., *Cynosurus cristatus* L., *echinatus* L., *Lamarckia aurea* Mœnch, *Festuca procumbens* Kth, *duriuscula* L., *Drymeia* Mert. et Koch, *rigida* Kth, *dumetorum* L., *bromoides* L., *elatior* L., *glauca* Lamk, *Poa* Desf., *gigantea* L., *pectinella* Del., *geniculata* Willd., *ma-*

ritima DC., *unioloides* Kth, *thalassica* Kth, *divaricata* Desf., *delicatula* Lag., *cynosuroides* Desf., *tenuiflora* Schrad., *rubra* Lamk, *uniglumis* Willd., *elegans* Boiss., *ovina* L., *spadicea* Gouan, *pratensis* Smith, *distans* Kth, *myuros* L., *tenella* Willd., *heterophylla* Lamk.

Grains simples. *Sesleria echinata* Desf., *Bromus adoensis* Hochst., *arvensis* L., *velutinus* Sch., *erectus* Sm., *secalinus* L., *brachystachyus* Horn., *sterilis* L., *unioloides* Kth, *tectorum* L., *commutatus* Schr., *purgans* L., *longiflorus* Willd., *rigidus* Roth., *divaricatus* Lois., *maximus* Desf. f., *exaltatus* Bernh., *inermis* W., *madritensis* L., *Schraderi* Kth, *lanceolatus* Roth., *confertus* M. B., *asper* L., *rubens* L., *Gussonii* Parl., *Brachypodium subtile* Fisch. et Mey., *Melica altissima* L., *Bauhini* All., *nutans* L., *uniflora* L.

11° HORDÉACÉES. Grains composés. *Lolium perenne* L., *multiflorum* Lamk f., *italicum* Al. Br., *arvense* Schr.

Grains simples. *Triticum imbricatum* Stev., *caninum* L., *turgidum* L., *villosum* Beauv., *rigidum* Schrad., *squarrosum* Roth., *dasyanthum* Ledeb., *cristatum* Schreb., *desertorum* Fisch., *sylvaticum* Mœnch, *sativum* Lamk, *Secale cereale* L., *montanum* Guss., *Elymus dahuricus* Turcz., *striatus* Willd., *tener* L., *geniculatus* Smith, *glaucifolius* H. P., *sibiricus* L., *virginicus* L., *hordeaceus* Lag., *Hordeum bulbosum* L., *hexastichon* L., *murinum* L., *pratense* Huds., *maritimum* L., *macrolepis* Al. Br., *distichum* L., *Zeocriton* L., *Ægilops triuncialis* L., *cylindrica* Host., *triaristata* Willd., *ovata* L.

12° ROTTBŒLLIACÉES. Grains composés. *Nardus stricta* L., *Lepturus incurvatus* Trin., *subulatus* Kth.

13° ANDROPOGONÉES. Grains simples. *Andropogon Ischæmum* L., *strictum* Horst., *distachyon* L., *halepense* Sibth., *Sorghum vulgare* Willd., *saccharatum* W.

CONCLUSIONS.

1° L'amidon proprement dit naît : *A*. soit de la couche de protoplasma périphérique ; *B*. soit du protoplasma répandu dans la cavité cellulaire ; *C*. soit d'un produit de l'excrétion de la vésicule nucléaire ; *D*. soit dans l'intérieur de la vésicule nucléaire ; *E*. soit dans l'intérieur de quelques autres vésicules chromulifères ou incolores.

2° Quand il naît du protoplasma périphérique, il peut être produit par l'épaisse couche qui recouvre souvent la surface interne des jeunes cellules : alors ce sont le plus ordinairement des grains simples qui se développent ; ou bien il est formé dans des petites masses de consistance molle, sécrétées par l'utricule protoplasmique (dite utricule primordiale) : dans ce cas il consiste très fréquemment en granules d'une grande ténuité qui restent réunis en grains multiples ou agrégés. De semblables grains naissent aussi dans quelques plantes autour du nucléus (*Arum*, *Tradescantia*).

3° A la périphérie interne de la cellule se développe chez quelques plantes une couche homogène d'amidon gélatineux.

4° Le grain d'amidon est une vésicule qui a beaucoup d'analogie par sa végétation avec la cellule végétale.

5° Cette vésicule contient un protoplasma quelquefois tout à fait liquide, d'autres fois de consistance molle et plus ou moins solide, suivant qu'il est plus ou moins riche en matière amylacée.

6° Ce protoplasma produit, de l'extérieur vers l'intérieur, des couches concentriques. S'il est très riche en principe amylacé, la vésicule se remplit complétement ; s'il est plus pauvre, il reste une cavité plus ou moins grande.

7° Ces couches sont souvent masquées par une sorte de matière incrustante amylacée.

8° Chaque couche concentrique a une végétation qui lui est propre : elle peut s'épaissir et se diviser ensuite en plusieurs couches secondaires, qui elles-mêmes peuvent donner naissance à des couches de troisième génération.

9° Cet épaississement des couches est le plus souvent unilatéral, c'est-à-dire incomplet ; de là l'excentricité du grain.

10° Le contenu de la vésicule, au lieu de produire des couches concentriques, donne souvent naissance à des grains ou vésicules secondaires, et celles-ci à des grains de troisième ordre, etc.

11° Ces grains secondaires ou partiels ont une constitution et une végétation analogues à celles de la vésicule mère.

12° Ils peuvent naître quand celle-ci n'a produit encore aucune couche concentrique (de là les *grains composés* proprement dits) ;

ou après que la vésicule mère a donné un nombre plus ou moins grand de couches concentriques (de là les *grains tardivement composés*).

VII. — DES VÉSICULES MIXTES.

J'ai appelé *vésicules mixtes*, dans le courant de ce travail, des vésicules qui tiennent le milieu entre la cellule, la vésicule amylacée ou les vésicules chromulifères. J'en ai donné des exemples à la planche 3, fig. 6, *b*, *b*, fig. 18 et 19, et à la planche 6, fig. 10. Le défaut d'espace ne me permet pas d'en parler davantage.

VIII. — DES VÉSICULES ALEURIENNES.

Il me reste à traiter d'une matière granuleuse dont la découverte fait le plus grand honneur à M. Th. Hartig. C'est en 1855 que cet anatomiste l'a signalée pour la première fois, et en 1856 il en a donné une description beaucoup plus étendue, qui renferme un grand nombre d'observations aussi exactes qu'intéressantes. Toutefois, à côté des faits bien étudiés, on est affligé de retrouver l'influence des idées théoriques que l'auteur est amené à modifier dans chacun de ses ouvrages. La substance dont je veux parler fut nommée *Aleuron* ou *Klebermehl* par M. Hartig, pour rappeler son caractère granuleux et ses propriétés chimiques.

L'aleurone se rapproche de la fécule, dit M. Hartig, par le volume, par la forme et par la couleur de ses grains; mais elle s'en distingue, ainsi que des autres formations granuleuses que les utricules renferment, par la rapidité avec laquelle elle se dissout dans l'eau pure. C'est à cette solubilité qu'elle doit d'avoir échappé jusqu'à ce jour à l'observation. Elle est caractérisée encore parce que son contenu, et non sa membrane, se colore en quelques minutes en rouge-brique sous l'influence d'une solution d'azotate de mercure dans l'eau additionnée d'un peu d'acide azotique. Traitée par la solution iodée, elle se colore en jaune brun. Elle est insoluble dans l'huile, l'alcool et l'éther, mais elle se dissout dans les acides affaiblis et dans les alcalis. On peut la laver dans l'huile comme la fécule dans l'eau, et l'obtenir ainsi sous la forme d'une farine très pure. Elle a d'ailleurs un autre caractère distinctif dans l'aspect fovéolé de sa surface, qui est dû à un grand nombre de petites vacuoles situées sous la membrane enveloppe.

D'après la manière dont la *solution d'aleurone pure dans l'eau* se comporte avec les réactifs, M. Hartig considère ses grains comme donnant à l'analyse « de la fibrine (?), de l'albumine, de la gliadine, de la caséine (légumine), de la gomme, du sucre, des résidus de cendres ; ils renferment aussi vraisemblablement du soufre et du phosphore. »

Tels sont les caractères principaux que l'auteur attribue à l'aleurone. Mais, dit-il, il n'y a qu'un nombre de grains proportionnellement très petit dans lequel la membrane enveloppe du grain renferme une masse glutineuse continue. Dans la plupart des cas cette masse présente un vide plus ou moins grand, qui est en communication avec la membrane enveloppe au moyen d'une sorte de canalicule court. Le plus souvent ce vide est pariétal et résulte de ce que la matière intérieure s'est retirée de la membrane enveloppe sur une surface plus large.

D'après l'examen de l'aleurone du *Bertholletia excelsa*, M. Hartig juge que le grain d'aleurone est formé, comme la cellule, de deux membranes, l'une externe (le ptychoïde), l'autre interne (le ptychode). Ce qu'il appelle la substance glutineuse serait déposé entre les deux membranes, et correspondrait à l'astathe ou substance médiane des parois cellulaires. Le vide du grain entouré par la membrane interne serait l'équivalent de la cavité cellulaire.

Dans ce vide ou cavité, on trouve généralement des corps divers, de forme déterminée, qui se distinguent tous par leur insolubilité dans l'eau et dans l'ammoniaque, et qui, de plus, diffèrent des autres éléments constitutifs de ces grains *parce qu'ils ne brunissent pas par l'iode.* Ce sont les corps suivants : *a.* les *globides*, qui consistent en petits granules arrondis, groupés autour d'un globule central (Corylacées, Amygdalées, Vitis, etc.); *b.* les *cristalloïdes*, caractérisés par la symétrie de leurs faces planes ; *c.* les *albines*, corps formant des nodosités en grappes irrégulières. Un même grain renferme tantôt un de ces corps, tantôt un autre, tantôt il en contient plusieurs à la fois.

Les cristalloïdes et les albines ne se colorent ni par l'iode, ni par la solution de carmin. Ils se distinguent par là du noyau cristallin d'aleurone qui, étant également insoluble dans l'eau, pourrait aisément être confondu avec eux. — Ainsi, cristalloïde et noyau cristallin sont deux choses différentes. Le cristalloïde est contenu dans la cavité de la membrane interne; le noyau cristallin, entre la membrane interne et l'externe, dans la matière dite glutineuse. — Tous ces corps sont entourés d'une membrane particulière, que l'on peut reconnaître surtout en mouillant avec une goutte d'ammoniaque des coupes transversales de *Bertholletia*, *Vitis*, *Corylus*, *Lupinus luteus*, et en traitant ensuite le résidu insoluble par l'azotate de mercure.

Il y aurait encore, chez certaines plantes, les cristaux d'aleurone représentés par des grains dont toute la masse semble former un cristal à vives arêtes. On distingue aussi dans certaines semences, parmi les granules aleuriques de chaque cellule, un gros grain remarquable surtout par son volume beaucoup plus considérable que celui des autres (pl. 12, fig. 10 *s*, 16 *s*). M. Hartig le nomme *solitaire*. Dans quelques autres semences, un seul grain d'aleurone, d'un très fort volume, remplit toute la cellule, à moins qu'il n'y ait aussi des grains de fécule qui, assez fréquemment, s'enfoncent plus ou moins dans sa couche externe. Ces *grains comblants* (*Füllkorn*) se rencontrent dans des files particulières de cellules (*Myrtus Pimenta*), ou bien dans des cellules isolées au milieu d'autres qui renferment de l'aleurone ordinaire ou de la fécule (*Laurus Pichurim*, *Pangium edule*, *Juglans*, *Carya*, *Theobroma Cacao*, *Dipterix odorata*). Dans beaucoup de cas, ils diffèrent de l'aleurone par leur coloration qui devient souvent rouge intense, brune ou jaune.

M. Hartig a encore remarqué que l'aleurone n'est pas toujours incolore, qu'elle est verte dans le *Pistacia*, bleu indigo dans les cellules marginales d'une variété de *Cheiranthus annuus* à testa gris bleu, rose rouge dans l'*Hibiscus*, brune dans une espèce d'*Arachis* qu'il ne connaît pas, jaune dans l'*Ailantus*, le *Frangula*, le *Myristica*, le *Lupinus luteus*.

Je dirai tout de suite, relativement à cette coloration et pour n'y plus revenir, que lorsqu'elle est bleue, verte ou jaune verdâtre, la couleur est en quelque sorte surajoutée aux principes ordinaires de l'aleurone. De toutes les couleurs que j'ai observées, la verte est la plus commune, car ce ne sont pas des grains de chlorophylle, par exemple, qui colorent en vert les embryons de l'*Acer macrophylla*, de l'*Evonymus europœus*, etc., etc., c'est de l'aleurone verte. Dans l'*Acer macrophylla*, les vésicules aleuriennes des cellules épidermiques de l'embryon sont d'un vert assez intense, tandis que celles des cellules du parenchyme de cet embryon ne sont que très peu teintées. Dans le *Myristica sebifera*, les vésicules cristallines sont d'abord incolores, puis elles deviennent jaune pâle, jaune foncé, oranges, et enfin rougeâtres. J'ai observé aussi la couleur bleue dans certaines cellules périphériques des semences des *Matthiola parviflora* et *incana*.

L'aleurone est aussi répandue que l'amidon, sinon davantage, au moins dans l'albumen et dans l'embryon des végétaux. J'ai trouvé que dans les semences elle existe tantôt simultanément avec l'amidon, comme dans les *Onobrychis caput Galli*, *Erythrina corallodendron*, *Trifolium vesiculosum*, *Medicago sativa*, *Arachis hypogea* (pl. 6, fig. 68), *Carya amara* (pl. 6, fig. 67), *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinelle* (pl. 6, fig. 70, vers la maturité, non plus tard), etc., etc.; tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, elle existe seule : *Colutea orientalis*, *arborescens* (pl. 12, fig. 10), *Lupinus varius* (pl. 12, fig. 22), *Xanthium strumarium* (pl. 12, fig. 66), *Magnolia tripetala* (pl. 12, fig. 70), *Sideroxylon spinosum* (pl. 12, fig. 71 et 72), *Juglans cinerea* (pl. 6, fig. 66), *Pinus pinaster* (pl. 12, fig. 76, et pl. 6, fig. 75), etc., etc. Quand les Légumineuses ont un albumen, l'aleurone existe souvent à la fois dans l'albumen et dans l'embryon : *Ceratonia siliqua*, *Cassia fistula*, *Bauhinia tomentosa*, etc. Dans d'autres familles, l'embryon contient souvent seul de l'aleurone, tandis que l'albumen renferme de l'amidon. J'ai observé que dans ce cas sont : les *Rumex maximus*, *Rheum undulatum*, *Emex spinosus*, *Boerhavia scandens*, *Rivina lævis*, *Phytolacca esculenta*, *Basella alba*, *Atriplex nitens*, *Beta trigyna*, *Chenopodium leucospermum*, *Obione sibirica*, *Silene fimbriata*, *Tetragonia echinata*, etc.

Nous avons vu que, pour M. Hartig, les caractères généraux sont : la solubilité dans l'eau (les noyaux cristallins, les albines, les cristalloïdes et les globides exceptés), la coloration en jaune brun par l'iode et la solubilité (excepté chez les albines, les cristalloïdes et les globides) dans l'ammoniaque, dans la potasse et dans les acides affaiblis, l'insolubilité dans l'alcool et dans l'éther. Ce sont bien là en effet les caractères des substances albuminoïdes. La solubilité dans l'eau serait telle, qu'elle aurait empêché jusqu'ici de reconnaître cette matière. Ces caractères sont assez exacts pour l'aleurone de la plupart des plantes. Cependant je ne crois pas que l'on puisse, pour ces plantes mêmes, donner la composition chimique des grains d'après une solution (dite pure) d'aleurone, parce que très peu de grains sont entièrement solubles dans l'eau ; il ne se dissout qu'une partie ordinairement minime de chaque grain, le reste est liquéfié, mais non dissous. De plus, chez certaines plantes, les grains ne sont dissous ni par l'eau, ni par les alcalis, ni par l'acide sulfurique faible ou même assez concentré, ainsi que je le dirai tout à l'heure.

Mes observations me portent à croire qu'il y a là divers organes remplissant des fonctions différentes : les uns possédant des fonctions inconnues (*Myristica*, *Theobroma*, *Myrtus Pimenta*, etc.), les autres emmagasinant des matières albuminoïdes (*Lupinus*, *Colutea*, *Medicago*, etc.) ; d'autres encore, avec une composition albuminoïde, paraissant sécréter des matières oléagineuses (*Moringa*, *Cardiospermum*, *Arachis*, *Corylus*, *Ricinus*, etc.). Cela m'a semblé évident chez le *Cardiospermum*, dont les vésicules ont, à une certaine époque, le brillant du corps gras, tandis qu'à la maturité leur contenu paraît terne, un peu fauve, et la substance environnante jouit seule alors de l'aspect blanc et brillant qu'elles possédaient auparavant. Des semences de *Moringa* diversement développées, mais sèches, m'ont suggéré les mêmes idées. Chez le *Ricin*, j'ai trouvé, à une certaine phase du développement de l'albumen, que chaque grain, qui est alors polyédrique, occupe le centre d'un globule d'huile ; mais, plus tard, les globules oléagineux finissent par se confondre en une masse liquide qui enveloppe toutes les vésicules ou grains aleuriques. A l'époque de ce revêtement oléagineux particulier, la vésicule n'a point la forme qu'elle affecte plus tard ; elle paraît réduite au noyau cristallin ; l'albine n'existe pas encore. Pendant le développement de celle-ci, la forme cristalline du noyau disparaît, et ce noyau ne redevient polyédrique qu'au contact d'une liqueur aqueuse.

Ces observations m'avaient engagé à penser que certaines vésicules aleuriennes pouvaient être principalement *albuminigènes*, et d'autres en même temps *oléigènes*. La fonction de sécréter des corps gras ou d'autres principes n'exclut pas la composition albuminoïde. C'est vers l'étude de ces fonctions, il me semble, que doivent être désormais dirigées les observations.

Je vais maintenant faire une esquisse rapide des principales formes de vésicules que j'ai étudiées ; on verra que, bien que les différences qui existent entre les propriétés chimiques des vésicules de formes extrêmes puissent ne pas être dues seulement à de légères modifications, comme le croit M. Hartig, on passe cependant des unes aux autres par tous les degrés de transition possibles.

L'espace dont je puis disposer étant très limité, je ne citerai qu'un nombre d'exemples assez restreint.

Les propriétés des vésicules aleuriennes étant très diverses, on pourrait les classer, soit d'après leur aspect, soit d'après leur altérabilité dans l'eau, la manière dont elles se comportent avec la potasse, l'ammoniaque et l'acide sulfurique, soit d'après leurs fonctions si elles étaient mieux connues. Je ne ferai ici qu'un examen rapide de leur constitution, en m'aidant de quelques-unes de leurs propriétés chimiques.

La première question à résoudre consiste à savoir si chaque grain est bien réellement composé de deux membranes vésiculaires, l'une contenant l'autre, et formant ainsi deux cavités renfermant deux substances très différentes. Une cavité intermédiaire aux deux membranes contiendrait-elle la substance aleurique proprement dite (appelée *glutineuse*), qui jaunit ou brunit par l'iode, et l'autre cavité, propre à la membrane vésiculaire interne, renfermerait-elle des corps qui ne jaunissent pas par l'iode?

Je n'hésite pas à déclarer que cette théorie n'est pas exacte pour plusieurs raisons : 1° parce qu'il est une multitude de grains ou vésicules qui rappellent nullement la constitution que leur attribue M. Hartig; 2° parce que dans le Ricin même, et dans les grains aleuriques de beaucoup d'autres plantes qui ont une structure analogue, comme ceux des *Papaver somniferum*, *Argemone grandiflora*, *Glaucium fulvum*, *Fumaria Vaillantii*, *Ruta graveolens*, *Viola odorata*, *Tragopogon majus* (pl. 12, fig. 46 *bis* en *b*), etc., le même grain présente assez souvent, et quelquefois sur des parties opposées, deux grandes vacuoles semblables, renfermant les corps globuleux nommés *albines* par M. Hartig; 3° parce qu'il y a fréquemment, épars dans la substance aleurique, des corps beaucoup plus petits qui, vus dans l'huile, ressemblent aussi à autant de vacuoles, et qui restent blancs sous l'influence de l'iode, de même que les albines décrites par l'auteur. S'il y a dans la vésicule deux ou plusieurs vacuoles ayant les mêmes propriétés, il est clair que ces vacuoles éparses ne peuvent représenter la prétendue cavité vésiculaire la plus interne des deux admises par la théorie de M. Hartig. Il y a plus, la substance même des vacuoles, dans lesquelles ce savant admet des albines, se colore en jaune, chez certains végétaux, avec autant d'intensité que le noyau dit glutineux ou aleurique (*Chelidonium majus*, *Glaucium fulvum*, etc.). Chez un bon nombre d'autres plantes, les albines, dites insolubles dans l'eau, sont au contraire aussi solubles que la substance aleurique par excellence (*Linum usitatissimum*, etc.). La substance des albines est donc ni renfermée dans une cavité spéciale, ni essentiellement différente de la matière dite glutineuse; et il n'existe qu'une seule membrane qui soit commune à tout le grain d'aleurone : c'est la membrane vésiculaire enveloppante.

Membrane de la vésicule.

La vésicule aleurienne est donc constituée par une seule membrane enveloppante, qui enserre des corps d'aspect et de propriétés variables ; ceux-ci peuvent être eux-mêmes vésiculaires.

Cette membrane externe varie beaucoup aussi par sa conduite envers les agents de dissolution, dans des grains en apparence semblables, et dans des plantes appartenant à la même famille. Si, sous ce rapport, nous étudions quelques Légumineuses (*Lupinus*, *Colutea*, *Glycyrrhiza*, *Edwardsia chrysophylla*, *Mimosa horrida*, *Dolichos pruriens*, *Bauhinia tomentosa*), nous verrons que la membrane n'offre pas la même résistance à l'action de l'eau, de la potasse concentrée, de l'ammoniaque et de l'acide sulfurique.

Si l'on place entre deux lames de verre une tranche mince de l'embryon des *Lupinus varius*, *mutabilis*, etc., et que, l'œil sur le microscope, on fasse arriver de l'eau entre les deux lames, la membrane sera souvent liquéfiée avec son contenu sans qu'on ait pu la voir ; d'autres fois, suivant l'état de maturité des grains, ou suivant l'épaisseur de la coupe, on verra que la substance centrale est devenue finement granuleuse (pl. 12, fig. 12, 23), tandis qu'à l'extérieur est une petite bande qui simule une membrane. Si ce sont des tranches de l'embryon du *Lupinus succulentus* que l'on examine, le contenu se dissout quelquefois entièrement, et il ne paraît rester que la membrane, qui bientôt se gonfle en se liquéfiant à son tour. Il m'a souvent réussi de voir la membrane en plaçant dans l'huile des tranches minces, surtout du *Lupinus succulentus*, et en ajoutant par-dessus de l'eau iodée que l'on agite légèrement. Où l'eau n'arrive qu'en très petite quantité au contact des vésicules, le contenu devient granuleux et brun, et la vésicule se montre assez souvent avec netteté. Un aspect semblable est quelquefois produit dans l'eau, si la tranche a un peu d'épaisseur ; mais bientôt la membrane vésiculaire absorbe davantage de liquide, se gonfle, et forme un anneau assez épais. S'il arrive une plus grande proportion d'eau, toute la substance du grain se liquéfie, de manière qu'à la place des apparentes granulations se montrent de petites vacuoles (pl. 12, fig. 11) qui, s'unissant les unes aux autres, en produisent de plus grandes. Les grains tout à fait liquéfiés se réunissent, et donnent ainsi des plaques liquides de figures variées (pl. 12, fig. 14 et 15). Quelquefois toute la substance intérieure du grain, en se liquéfiant, se joint à celle de la membrane liquéfiée aussi, et donne des anneaux ressemblant à celui de la figure 13, ou aux anneaux *b* de la figure 1, pl. 12, obtenue de l'*Onobrychis caput Galli*. D'autres fois, lorsque la quantité d'eau arrivée au grain est peu abondante, toute la substance, liquéfiée comme dans le cas précédent, se porte sur un seul côté, et prend l'aspect d'un croissant *b* (pl. 12, fig. 26) ; *a* représente des grains intacts comme ceux de la figure 25.

Dans les *Colutea orientalis* et *arborescens*, etc., on obtient les mêmes résultats ; mais l'action de l'eau est un peu moins prompte. Dans les *Glycyrrhiza glandulosa*, *fœtida*, etc., elle est moins énergique encore. On voit souvent très bien les vésicules dans l'eau pure ou dans l'eau iodée (pl. 12, fig. 6, *v*). Le *Cassia fistula* et le *Bonaveria coronilla* offrent de beaux exemples des vésicules dans l'eau iodée.

Dans l'*Edwardsia chrysophylla*, les vésicules sont moins altérables encore ; cependant elles se dissolvent par une lixiviation prolongée. Pour les bien voir, il faut placer des tranches minces dans l'huile, ajouter de l'eau iodée par-dessus, et agiter un peu. On obtient ainsi de belles préparations (pl. 12, fig. 3), dans lesquelles les membranes des vésicules *v* sont colorées en jaune brun. Ces vésicules se dissolvent promptement dans l'ammoniaque. Si des tranches minces sont placées dans la potasse concentrée, les vésicules résistent ; si l'on ajoute de l'eau iodée et de l'acide sulfurique, les unes se dissolvent, tandis que les autres demeurent non dissoutes ; mais elles n'ont pas été colorées par l'iode. Pour obtenir leur coloration, il faut ajouter l'iode après avoir absorbé l'acide sulfurique et lavé.

Dans le *Mimosa horrida* (pl. 12, fig. 7), des grains d'amidon *a* sont mêlés aux vésicules *c*, qui peuvent être examinées dans l'eau ; cependant, pour les bien voir, il faut placer les tranches minces dans une solution aqueuse d'iode concentrée qui les jaunit fortement. Il reste dans leur intérieur une matière finement granuleuse. Ces vésicules résistent quelque temps à la potasse concentrée et à l'ammoniaque ; leur contenu est dissous, et la membrane, quoique s'atténuant peu à peu, reste longtemps visible. Traitées par l'iode et l'acide sulfurique, ces vésicules sont colorées en jaune intense, et persistent avec l'utricule protoplasmique dite primordiale, après que les membranes cellulaires ont bleui ou même ont été dissoutes.

Les cellules de l'embryon du *Dolichos pruriens* renferment deux, trois, quatre ou cinq gros grains d'amidon *aa* (pl. 12, fig. 4) entourés de grains beaucoup plus petits, de 0^{mm},005 à 0^{mm},006 environ, qui dans l'eau simulent un parenchyme autour de l'amidon. Ce parenchyme est surtout fort joli quand on a dissous par la potasse tout le contenu des vésicules. (La potasse doit être préférée à l'ammoniaque, parce que celle-ci les altère davantage.) Si l'on place des tranches minces de l'embryon de ce *Dolichos* entre deux lames de verre, dans de l'eau fortement iodée, et si l'on fait arriver de l'acide sulfurique en l'appelant latéralement avec un papier non collé, les vésicules résistent à l'action de l'acide plus longtemps que les cellules elles-mêmes. — On les voit aussi très bien dans l'éther.

Chez les *Dolichos biflorus*, *Pisum maritimum*, *Cicer sativum*, *Vigna glabra*, *Ervum Lens*, et surtout dans le *Soja hispida*, qui ne contient pas d'amidon, sont de très jolies petites vésicules, dont la membrane se liquéfie avec assez de facilité. Chez d'autres espèces, comme les *Dolichos sinensis*, *sesquipedalis*, *unguiculatus*, sont des grains qui prennent l'aspect vésiculaire en se gonflant, puis ils se liquéfient.

Les cellules de l'albumen et de l'embryon du *Bauhinia tomentosa* sont remplies de grains de forme un peu irrégulière. On y reconnaît, par un examen attentif dans l'huile, une paroi vésiculaire qui enveloppe un contenu homogène. Si l'on ajoute de l'eau, le contenu devient finement granuleux, et les vésicules sont très visibles sous la forme d'un parenchyme à membranes minces (pl. 12, fig. 2). La paroi de ces vésicules ne se dissolvant pas dans la potasse concentrée, au moins immédiatement, on les y voit aussi très bien. Si on lave la préparation pour enlever l'alcali, et qu'on les traite par la solution d'iode, puis par l'acide sulfurique, que l'on appelle latéralement avec un papier, elles montrent les réactions suivantes : Les membranes cellulaires bleuissent et se tuméfient considérablement; les vésicules qu'elles renferment ne sont pas détruites même par l'acide sulfurique assez concentré, qui a altéré les cellules. Ces vésicules ont jauni, puis bruni dans l'albumen, où elles forment de jolis petits groupes encore après leur sortie des cellules. Dans l'embryon, les vésicules restent incolores ou ne jaunissent que très légèrement.

Chez les *Cardiospermum Halicacabum* et *microspermum*, les vésicules résistent aussi à l'action de la potasse concentrée, dans laquelle on les voit très bien (pl. **12**, fig. 87) ; mais elles se dissolvent par des lavages prolongés à l'eau. Elles résistent assez bien à l'action de l'acide sulfurique. Il n'en est pas de même des vésicules des *Moringa aptera* et *pterygosperma* qui sont réduites très promptement en un liquide jaune par cet acide. Toutefois la potasse concentrée, dans laquelle on les voit parfaitement (pl. **12**, fig. 90), ne les altère pas sensiblement; mais si l'on fait arriver de l'eau, elles se gonflent et se liquéfient comme celles des *Cardiospermum*.

On voit donc par ces quelques exemples que les vésicules aleuriennes se corportent de manières très différentes envers les agents de dissolution.

Contenu de la vésicule.

Ce contenu communique aux vésicules aleuriennes leurs aspects si divers. C'est même à lui, et non à son enveloppe, que sont dues toutes les formes que les grains peuvent affecter. Je vais donc décrire les principaux aspects que présentent ces grains, puis je signalerai les autres propriétés qui y correspondent.

Suivant l'état du contenu, les grains paraissent homogènes lorsqu'on les voit dans l'huile (quand je n'indiquerai pas spécialement le véhicule, ce sera toujours dans l'huile que je supposerai les grains placés) : tels sont ceux des *Colutea arborescens* (pl. **12**, fig. 10), *Cassia fistula*, *Bauhinia tomentosa*, *Scorpiurus vermiculatus*, *Dorycnium herbaceum*, *Aquilegia vulgaris*, *Berberis vulgaris*, *Magnolia tripetala* (pl. **12**, fig. 70), *Sideroxylon spinosum* (pl. **12**, fig. 71, 72). Très souvent l'homogénéité n'est qu'apparente. Le contenu peut renfermer plusieurs parties que l'on isole par l'ammoniaque, en ayant soin de la faire arriver avec beaucoup de précaution après avoir placé les grains dans l'éther. On découvrira ainsi quelquefois dans leur intérieur, des corps brillants, argentins, qui n'étaient pas visibles auparavant. Dans quelques cas même, l'immersion dans l'huile suffit pour faire apparaître, dans des grains en apparence homogènes d'abord, des grains partiels renfermés dans une vésicule commune. Tel est le cas pour les vésicules aleuriennes de l'*Acalypha caroliniana.* Placées dans l'huile d'amande, elles semblent d'abord homogènes, puis la vésicule se dilate, les grains partiels s'arrondissent et deviennent par là distincts les uns des autres, ainsi que de la membrane enveloppante. Si l'on traite les jolies vésicules aleuriennes de l'*Anchusa italica* par l'eau iodée légèrement iodurée, le contenu de chaque vésicule se montre divisé en plusieurs parties, deux, trois, cinq ou six, qui seront finement ponctuées comme l'était la substance de la vésicule mère.

Le plus souvent, en effet, les vésicules aleuriennes paraissent ponctuées, comme chagrinées, pourvues d'un grand nombre de petites vacuoles : ex. *Lupinus mutabilis* (pl. 12, fig. 27), *Nigella damascena*, *Styrax officinalis*, *Rivina lœvis*, *Brassica oleracea*, *Œnothera salicifolia*, *Rheum undulatum*, *Rumex maximus*, *Silene fimbriata*, *Callistephus sinensis*, *Onopordon horridum*, *Centaurea calcitrapa* (pl. 12, fig. 46), etc.

Dans l'*Elœagnus angustifolius* il y a peu de ponctuations ou vacuolules ; il n'y en a fréquemment qu'une ou deux. Quand il en existe davantage, elles sont souvent limitées à une partie du grain. Dans le *Rosa alpina* elles sont très petites, peu nombreuses, et souvent l'une d'elles est un peu plus grande que les autres. Il en est de même chez beaucoup de grains du *Phytolacca decandra*, mais la grande vacuole est relativement beaucoup plus étendue, et elle existe même toute seule à une extrémité de certains grains ovoïdes ou elliptiques. Dans l'*Atropa Belladona* il y a deux sortes de grains : les uns globuloïdes, ponctués ; les autres souvent ovoïdes avec une grande vacuole à l'extrémité étroite. Dans l'embryon du *Spinacia inermis* il y a aussi deux sortes de grains : les uns, plus gros, ont les apparentes vacuoles nombreuses et punctiformes; les autres, plus petits, n'en ont qu'une, deux ou trois, qui sont plus grandes. Dans le *Pyrus cerasiformis*, les grains, souvent anguleux, n'ont qu'une, deux ou un petit nombre de vacuoles relativement grandes. Il y en a plus fréquemment une ou seulement deux grandes dans les *Tetragonia echinata*, *Tragopogon pratense*, *majus* (pl. 12, fig. 46 *bis*, *a*, *b*). Il n'en existe qu'une seule et quelquefois pas dans le *Rhamnus infectorius*. Il en existe une relativement grande au milieu de chaque grain globuleux du *Cotoneaster tomentosa*, et une plus grande encore dans les grains du *Silybum viride*.

Chez bon nombre de plantes les vacuoles sont ordinairement latérales, uniques ou en petit nombre : *Pinus pinaster* (pl. 12, fig. 76, *a*), *P. Strobus*, *canadensis*, *Brutia*, *excelsa* Wall., *Cupressus sempervirens*, *Linum usitatissimum*, *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinella*, *Cucumis Figarei*, *Bryonia alba*, *Luffa stricta*, *Opuntia inermis*, *Echinocactus sulcatus*, *Fumaria Vaillantii*, *Argemone grandiflora*, *Papaver somniferum*, *Glaucium fulvum*, *Ricinus* (pl. 12, fig. 77 et 78, *a*), *Curcas*, *Ruta graveolens*, *Viola odorata*, etc. Quand il n'y en a qu'une dans ces plantes, elle est ordinairement à l'extrémité étroite d'un grain ou vésicule ovoïde (pl. 12, fig. 76, *a*). Il y en a quelquefois deux à cette extrémité (fig. 77) dans le *Ricinus*, l'*Argemone*, et jusqu'à quatre dans le *Viola odorata*. Dans les *Ruta*, *Papaver* et *Fumaria* cités ici, elles sont souvent placées sur deux côtés différents ou sur deux extrémités opposées.

Chez toutes les plantes nommées précédemment, les grains aleuriques sont limités par des lignes courbes; chez d'autres, au contraire, certains grains seulement (pl. 12, fig. 49, *a*) ressemblent à ceux des végétaux nommés dans l'alinéa qui précède; les autres grains, bien qu'ayant la même structure, sont limités par des lignes brisées (pl. 12, fig. 49, *b*, *c*, *d*). Tels sont les grains du *Chelidonium majus*, dont la substance polyédrique est rhomboïdale (fig. 49, *b*) ou même rhomboédrique *c*, ou hexaédrique *d*. Dans le *Tournefortia heliotropioides* et dans le *Nicotiana noctiflora*, la substance opposée à la vacuole est aussi à surface tantôt curviligne et tantôt rectiligne ; mais dans ces deux plantes, il est bon nombre de grains qui sont dépourvus de vacuoles, et ces grains sont souvent hexaédriques, ou bien on remarque la vésicule enveloppante, très mince, autour d'un contenu hexaédrique. Enfin, dans les grains aleuriques des *Sambucus* on ne remarque plus de vacuoles, et le contenu d'apparence cristalline est beaucoup plus fréquent. La plupart des grains, cependant, sont globuloïdes ou un peu irréguliers, homogènes, surtout dans le *Sambucus Ebulus*. Il en est de même dans le *Sambucus nigra* et dans bon nombre de grains du *Sambucus canadensis;* mais dans ce dernier surtout j'ai trouvé une quantité notable de grains, ou mieux de vésicules, qui présentaient de fines granulations parmi lesquelles on remarquait un gros noyau hexaédrique ou en losange (pl. 12, fig. 48, *b*). Ce dernier devenait rhomboédrique au contact de l'eau.

Dans les grains où l'on n'observe pas de granulations, le noyau blanc, en apparence homogène, présente souvent un contour hexagonal, à la périphérie duquel on aperçoit la vésicule vis-à-vis des faces planes (pl. 12, fig. 48, *a*). Souvent aussi la vésicule n'est pas visible, étant appliquée parfaitement sur toute la surface du noyau cristallin. C'est surtout dans le plus gros grain de chaque cellule (le solitaire) que l'on remarque le mieux le noyau cristallin, jaunissant par l'iode, à la place même de ce cristalloïde qui ne devrait pas jaunir, étant formé par la substance de la prétendue cavité interne. Ces faits prouvent donc une fois de plus que la théorie de M. Hartig n'est pas fondée.

Il est d'autres plantes dans l'albumen desquelles les grains cristallins sont plus fréquents encore, à une certaine phase de leur développement. Presque tous ces grains perdent, par les progrès de la végétation, leur forme cristalline pour revenir à l'aspect vésiculaire. Les grains aleuriques de l'*Asphodelus fistulosus* L. (pl. 12, fig. 65) sont dans ce cas. La figure 64 en représente l'état naissant au pourtour de la cellule, sous la forme de corpuscules globuleux *a*. En *b* était un grain déjà rhomboédrique.

Dans le *Myristica sebifera* sont des cristaux, d'abord incolores, qui deviennent jaune pâle, jaune foncé, et enfin rougeâtres. Ces cristaux m'ont paru appartenir au système prismatique rectangulaire oblique. Il y a beaucoup d'octaèdres et des prismes rhomboïdaux, ainsi que chez le *Myristica moschata*. Tous ces grains polyédriques, à arêtes vives et à angles très aigus, se déforment en vieillissant, et se changent en vésicules à contours sinueux. Ce phénomène a échappé à M. Hartig, qui n'a point vu que les cristaux jaune pâle du *Myristica moschata* deviennent les grosses vésicules rougeâtres de la noix muscade. J'ai observé ce changement dans cette dernière, mais il est rare de l'y apercevoir ; au contraire, il est très facile à reconnaître dans le *Myristica sebifera*, où l'on a toutes les transitions de forme et de couleur.

A ce groupe se rattache évidemment le premier type des vésicules cristalligènes que j'ai décrites plus haut : les vésicules cubiques, ou à formes dérivées du cube, que j'ai observées dans le *Pleurothallis circumplexus*, et celles du système rhomboédrique (ou plutôt du système prismatique rectangulaire oblique) que m'a données le *Sparganium ramosum*. Dans cette dernière plante, non-seulement les cristaux peuvent revenir à la forme vésiculaire originelle, mais ces cristaux végètent et se multiplient à la manière des cellules (pl. 2, fig. 32, 60, 62, 63, 64, etc.). C'est encore là un phénomène que n'a point reconnu M. Hartig, qui se borne à dire que, dans le *Myristica moschata*, quelques cristaux se trouvent souvent réunis.

Si maintenant nous faisons un examen comparatif de l'action de l'eau, de l'eau iodée et de l'eau iodée très légèrement iodurée sur ces divers grains d'aleurone, nous trouvons des différences qui ne sont pas toujours en rapport avec leur aspect extérieur. Suivant l'action de ces liquides, les vésicules aleuriennes se divisent en sept groupes :

1° Celles qui, homogènes ou légèrement ponctuées, se liquéfient aisément dans l'eau. Toute leur substance est colorée en jaune ou jaune brun par l'eau iodée (*Lupinus mutabilis*, *succulentus*, *Colutea*, *Glycyrrhiza*, *Psoralea*, *Onobrychis*, *Berberis vulgaris*, *Matthiola*, *Styrax*, *Xanthium*, *Evonymus*, *Brassica oleracea*, *Helianthus annuus*, etc.

2° Celles qui, homogènes ou ponctuées, ne se liquéfient pas dans l'eau, ou seulement en partie minime. L'*Acalypha caroliniana* déjà cité est un type de ce groupe. Ses vésicules sont en apparence homogènes ; mais leur contenu tout entier se divise en deux ou plusieurs grains partiels qui jaunissent par l'eau iodée. Les vésicules du *Corydalis Gebleri* sont finement ponctuées, et leur contenu se partage dans l'eau iodée en grains partiels qui sont jaunis par l'iode. Chez les *Sambucus*, la vésicule et une partie minime du contenu se liquéfient dans l'eau, et il ne reste qu'un noyau simple ou composé, coloré en jaune brun par l'iode. Les vésicules aleuriennes du *Solanum nigrum* se comportent à peu près de même.

Aux cinq groupes suivants appartiennent les vésicules qui présentent ces sortes de vacuoles renfermant les corpuscules appelés *albines* par M. Hartig.

3° La substance dite glutineuse qui entoure les vacuoles est liquéfiable dans l'eau ; *les albines se liquéfient aussi*, *ou même se dissolvent bientôt*, sans avoir jauni (*Crotalaria incana*, *Silybum viride*, *Tragopogon pratense*, *majus* (pl. 12, fig. 46 *bis*, *a*, *b*), *Tetragonia echinata*, etc.

4° La substance glutineuse (c'est-à-dire azotée comme le gluten) est liquéfiable dans l'eau ; mais les albines ne se liquéfient pas, du moins immédiatement, et restent blanches au contact de l'iode ou dans l'eau iodée iodurée (*Cotoneaster tomentosa*, *Rosa alpina*, *Rhamnus infectorius*, *Phytolacca decandra*, *Tropæolum majus*, etc.

5° La substance glutineuse ne se liquéfie pas, *mais l'albine se dissout ordinairement très vite* (*Linum usitatissimum*, *Opuntia inermis*, *Tournefortia heliotropioides*, divers *Pinus*, etc., etc.). Le *Linum* est un fort bel exemple de ce cas. Chaque vésicule a une albine volumineuse extrêmement soluble. Pour bien voir celle-ci, il faut placer des tranches minces de la semence dans de l'éther entre deux lames de verre, et faire arriver de l'eau iodée par le côté. La substance glutineuse non liquéfiable se colore en jaune brun, et se montre alors ordinairement composée de plusieurs pièces, tandis que l'albine, restée blanche, se dissout promptement. La membrane vésiculaire est assez longtemps apparente autour de l'espace qu'occupait l'albine.

6° La substance glutineuse jaunissante ne se liquéfie pas, et les albines, insolubles aussi, restent blanches au contact de l'iode. Les vésicules aleuriennes du *Ricinus communis* sont le type de ce groupe, et celles du *Viola odorata* paraissent opérer la transition entre cette section et la suivante, en ce que leurs albines prennent une teinte un peu jaune.

7° La substance glutineuse jaunissant par l'iode n'est pas liquéfiable ; l'albine est insoluble, *et jaunit aussi dans l'eau iodée ou dans l'eau iodée très légèrement iodurée* (*Chelidonium majus*, *Fumaria Vaillantii*, *Glaucium fulvum*, *Papaver somniferum*, *Jatropha Curcas*, *Pinus Strobus*, *canadensis*, etc.

Pendant l'étude de l'action de l'eau, de l'eau iodée, de l'eau iodée iodurée sur les vésicules aleuriennes, j'ai eu souvent l'occasion de m'apercevoir que ces liquides font prendre la forme cristalline au contenu jaunissant non liquéfiable, ou même quelquefois tardivement liquéfiable, de bon nombre de vésicules aleuriennes.

Les vésicules du *Sideroxylon spinosum*, qui sont globuloïdes ou fusiformes (pl. 12, fig. 71, 72, 73), acquièrent souvent dans ces liquides aqueux la forme hexaédrique (fig. 74, 75). Il en est de même des grains globuleux ou ovoïdes du *Magnolia tripetala*, qui, il est vrai, offrent naturellement déjà, mais très rarement, une ébauche de cette forme hexaédrique (pl. 12, fig. 70, *c*). Voici un moyen très élégant d'obtenir ces formes cristallines, et de prouver la nature vésiculaire de ces grains. Si l'on place dans l'éther des tranches minces de l'albumen du *Magnolia tripetala* entre deux lames de verre, les grains se gonflent un peu et deviennent comme chagrinés. Si, sur le côté de la lame qui les couvre, on ajoute une goutte d'ammoniaque, celle-ci dissout avec une extrême rapidité les grains les plus voisins. Ceux qui sont placés dans les cellules les plus éloignées ne sont atteints que très lentement par l'alcali ; leur vésicule se vide peu à peu par la dissolution de son contenu, qui disparaît de la circonférence au centre (pl. 12, fig. 91), et souvent après que le grain est devenu triangulaire (fig. 92), ou hexaédrique (fig. 93, 94). La membrane un peu gonflée, restant seule avec quelques corpuscules (fig. 95), finit aussi par se dissoudre, si l'ammoniaque est en quantité suffisante. L'action est un peu plus lente, si au lieu d'éther on s'est servi d'alcool.

Dans le *Magnolia glauca*, le contenu des vésicules est plus souvent obscurément polyédrique, et il le devient beaucoup plus nettement dans l'eau pure. J'y ai remarqué, ainsi que dans d'autres plantes, des rhomboèdres très nets (ou probablement plutôt des prismes rhomboïdaux), et aussi des octaèdres, mêlés à des formes dérivées.

Le *Corydalis Gebleri* est un exemple non moins intéressant. Dans le *Magnolia tripetala* et le *Sideroxylon*, c'est le grain tout entier qui devient cristallin ; dans le *Corydalis Gebleri*, le contenu de la vésicule aleurienne est formé de plusieurs grains partiels qui, dans l'eau iodée, se gonflent, deviennent globuleux, et enfin hexaédriques ou rhomboïdaux.

Les noyaux ou grains partiels naviculaires *b b'* du *Pinus canadensis*, que les figures 34, 35, 36, pl. 12, montrent après l'écartement de la vésicule par l'ammoniaque, deviennent rhomboédriques dans l'eau iodée iodurée.

Dans les vésicules parfaites du Ricin, que M. Hartig cite comme un des plus beaux exemples de noyaux cristallins existant normalement, le noyau ne devient cristallin que dans une liqueur susceptible de lui céder de l'eau. Dans cette circonstance, la vésicule enveloppante est dissoute, l'albine reste globuleuse, tandis que le noyau aleurique simple ou composé prend des formes cristallines, parmi lesquelles on distingue de jolis octaèdres, souvent incomplets au point de l'insertion de l'albine. Mais ce noyau ne devient pas cristallin dans un milieu qui ne peut lui abandonner de l'eau, dans la solution concentrée de potasse, par exemple. Si, au contraire, on ajoute de l'eau à cette solution, le noyau prend aussitôt la forme cristalline. L'ammoniaque détermine la cristallisation de ce noyau du Ricin en lui cédant de l'eau. C'est là ce qui a induit M. Hartig en erreur, quand il a dit que le cristal existe dans les vésicules, et que l'on peut démontrer sa présence en plaçant une goutte d'ammoniaque sur l'huile qui contient une tranche mince de l'albumen du Ricin, etc.

Dans l'eau iodée iodurée, des formes cristallines sont offertes par la substance aleurique non liquéfiable des *Fumaria Vaillantii*, *Glaucium fulvum*, *Ruta graveolens* (octaèdres), *Papaver* *somniferum* (hexaèdre creux), *Curcas* (rarement cristallin), *Solanum nigrum* (quelquefois des losanges), *Basella alba* (hexaèdres et prismes rhomboïdaux), *Salvia verticillata*, *Potentilla formosa*, *chrysantha*, *effusa*, *desertorum* (très petits losanges), *Viola odorata* (très beaux octaèdres parmi d'autres formes).

M. Hartig, ai-je dit déjà, a obtenu de tels cristaux dans les mêmes liquides, mais il les croit toujours préalablement formés dans les grains d'aleurone; tandis que je me suis assuré qu'ils sont produits sous l'influence du liquide ajouté. Ces cristaux ne sont point nés au milieu d'une solution qui en contenait la substance; ils sont dus à un changement de forme d'un corps organisé vésiculaire qui, de globuleux ou ovoïde, devient cristallin, octaédrique, prismatique, à faces rhomboïdales, etc., dans les liqueurs désignées.

Enfin, chez les plantes dont quelques vésicules aleuriennes offrent un noyau cristallin déjà ébauché, ce noyau prend des formes plus caractérisées au contact de l'eau, de l'eau iodée ou de l'eau iodée iodurée. Les *Nicotiana noctiflora*, *Tabacum*, *persica*, offrent des octaèdres, entre autres formes. Dans le *N. Tabacum* surtout, les octaèdres se dessinent nettement comme appartenant à un système prismatique rectangulaire. Les *Chelidonium Majus* (pl. 12, fig. 49, *b*, *c*, *d*), *Sambucus canadensis*, *Ebulus* et *nigra*, donnent des prismes rhomboïdaux ou des formes dérivées.

La constitution souvent complexe, déjà signalée, de la substance glutineuse non liquéfiable, jaunissant par l'iode, de chaque vésicule, peut encore être mise en évidence en plaçant des tranches minces dans l'eau ou mieux dans l'éther, entre deux lames de verre, et faisant arriver ensuite par le côté, avec beaucoup de précaution, la plus petite quantité possible d'ammoniaque; celle-ci dilate les vésicules, et fait voir dans leur intérieur, avec quelques fines granulations, les diverses parties de la substance glutineuse, l'albine exceptée, quand elle est soluble. C'est ainsi qu'ont été obtenues les figures 28 à 31, pl. 12, qui montrent la composition du contenu de quelques vésicules aleuriennes du *Pinus Strobus;* les figures 32 à 37, qui ont été données par des vésicules du *Pinus canadensis;* les figures 38 à 45, fournies par le *Pinus excelsa*

Wall.; et les figures 47, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, qui indiquent la constitution du noyau non liquéfiable de vésicules du *Linum usitatissimum*. Les noyaux, ou la substance insoluble des *Opuntia inermis*, *Echinocactus sulcatus*, etc., etc., se comportent de la même manière. Si la proportion d'ammoniaque était trop forte, tous les noyaux aleuriques seraient dissous. Tous ces noyaux, gonflés par l'ammoniaque, ont l'apparence de jolies vésicules, qui roulent dans le liquide, souvent encore renfermées dans la vésicule mère. Celles qui sont naviculaires, comme dans le *Pinus canadensis* (pl. 12, fig. 34 *b*, 35 *b*, *b'*, 36, *b*), sont surtout fort remarquables.

Origine des vésicules aleuriennes.

M. Hartig pense que les grains d'aleurone naissent dans la paroi cellulaire, dans ce qu'il appelle la cavité du ptychode, c'est-à-dire entre les deux membranes qui composent cette paroi, suivant lui. Dans son Mémoire de 1856 (*Ann. sc. nat.*, 4ᵉ série, t. VI, p. 347), il dit n'avoir pu suivre le développement de l'aleurone que dans le Lupin (*Lupinus luteus*). La cavité du ptychode renferme, outre le nucléus, des grains de chlorophylle, dans chacun desquels naît un grain d'amidon. La couleur verte disparaît ensuite. « Par la continuation du grossissement des grains de chlorophylle qui étaient originairement simples, on voit disparaître peu à peu les granules de fécule, dont la substance se liquéfie, à ce qu'il paraît, jusqu'à ce qu'enfin le grain total, maintenant ovoïde et beaucoup plus gros, soit devenu incolore et susceptible d'être coloré en brun jaunâtre uniforme par l'iode, en rouge-brique par l'azotate d'argent. »

Il est très vrai que des grains d'amidon accompagnent souvent les vésicules aleuriennes, ainsi que le montrent les cellules des *Arachis hypogea* (pl. 6, fig. 68), *Carya amara* (fig. 67), *Cucurbita Pepo* (fig. 70), *Sicyos angulatus*, *Hedysarum flexuosum*, *Erythrina corallodendron*, *Onobrychis caput Galli* (pl. 12, fig. 1, *a*), *Dolichos pruriens* (pl. 12, fig. 4, *a*), *Mimosa horrida* (pl. 12, fig. 7, *a*), etc., etc. Il est vrai aussi que, dans bon nombre de plantes (*Pinus Strobus*, *Taxus baccata*, *Cucumis prophetarum*, *Trifolium vesiculosum*, *Tetragonolobus purpureus*, etc., etc., il est fréquent de trouver des grains d'amidon mêlés à ceux d'aleurone dans certaines cellules; tandis que, dans d'autres cellules des mêmes préparations, il n'y a que des vésicules ou grains aleuriques. Dans des plantes assez nombreuses, qui, comme le *Cucurbita* (pl. 6, fig. 70), offrent d'abord de l'amidon, on n'en trouve plus du tout quand les semences ont vieilli. Cela ne prouve évidemment rien en faveur de la transformation de la substance amylacée en aleurone; mais, dans quelques autres végétaux, il paraît y avoir beaucoup de probabilité en faveur de ce changement. Dans l'embryon du *Carya amara*, par exemple, il existait beaucoup d'amidon dans les cellules (pl. 6, fig. 67) mêlé à des grains aleuriques de même grosseur, tandis qu'à une époque ultérieure les grains d'amidon étaient plus rares; plus tard encore, le nombre des grains d'aleurone était diminué, et l'huile était plus abondante.

Dans l'*Onobrychis sativa*, certaines cellules ne contenaient que des grains d'amidon, quand je les examinai; tout à côté étaient d'autres cellules qui renfermaient à la fois des grains amylacés et des grains aleuriques. Ceux-ci étaient moins nombreux et aussi gros que les grains d'amidon. D'autres utricules contenaient également de l'amidon et de l'aleurone, mais les grains de cette dernière étaient plus volumineux que les grains amylacés et à peu près en nombre égal. Enfin il y avait des cellules qui ne renfermaient que des grains d'aleurone.

Je n'ai pu étudier le développement de cette substance dans le *Lupinus luteus* examiné par M. Hartig, mais j'ai fait quelques observations sur les *Lupinus mutabilis* et *varius*.

Dans ce dernier, je n'ai remarqué de l'amidon à aucune époque. Il m'a paru que des grains verts nés au pourtour de la cellule, d'abord pleins (pl. 12, fig. 21, *a*), puis vésiculaires *b*, se transformaient en aleurone (pl. 12, fig. 22), sans passer par l'état amylacé. Il y avait aussi dans le centre de la cellule des corpuscules plus petits, de formes diverses (fig. 21), dont je n'ai pas constaté le développement ultérieur.

Au pourtour interne des cellules de l'embryon jeune du *Lupinus* *mutabilis*, il naît des globules d'abord pleins, très légèrement jaunes-verdâtres. Plus tard, ces globules présentent une cavité centrale, leur contenu se distribuant à la périphérie de leur membrane vésiculaire. Plus tard encore, ils sont répandus dans la cellule, et contiennent deux ou trois petits granules (pl. 12, fig. 24). L'iode n'y dénote pas d'amidon. Dans un embryon plus âgé, les cellules contiennent des grains pleins (pl. 12, fig. 25), dont les plus jeunes sont légèrement verts-jaunâtres, et les plus gros incolores ; ce qui semble indiquer que ces derniers provenaient des vésicules verdâtres observées dans les embryons plus jeunes. A cette époque, des petits grains d'amidon étaient quelquefois mêlés à ceux de l'aleurone. Quoique ultérieurement on ne trouve que des grains aleuriques (pl. 12, fig. 27), il me paraît évident que dans ce Lupin l'aleurone n'a jamais été de l'amidon.

Dans le *Colutea arborescens*, je n'ai point trouvé d'amidon, mais des grains jaunissant par l'iode, qui commencent par n'être que de très petites granulations incolores (pl. 12, fig. 8), ou légèrement jaunes-verdâtres, suivant la partie de l'embryon. Ils grossissent peu à peu (fig. 9 et 10), et acquièrent la propriété de se liquéfier dans l'eau, en prenant les divers aspects représentés par les figures 11 à 15 décrites plus haut.

A aucune époque on ne trouve de trace d'amidon dans l'albumen du Ricin. Au début des cellules, un protoplasma enveloppant de fines granulations se répartit au pourtour de la cellule et du nucléus, d'où rayonnent parfois des filets garnis de granulations. Bientôt les cellules sont pleines de ces fins granules, parmi lesquels sont des grains plus gros qui ne sont pas toujours globuleux. Ces grains grossissent ; leur nombre augmente ; ils paraissent contenir une cavité ou un noyau entouré d'une couche épaisse. Plus tard, le noyau paraît polyédrique, et environné par une couche oléagineuse, qui se divise en gouttelettes au contact de l'eau. Je n'ai point vu le passage de ces grains à l'état des vésicules représentées par la figure 78, pl. 12.

Dans le *Xanthium italicum*, les jeunes cellules de l'embryon déjà dilatées sont garnies d'une couche périphérique épaisse, d'aspect très dense, qui se divise en fragments irréguliers (pl. 12, fig. 69, *p*). Dans les cellules plus âgées, la couche périphérique n'existe plus; elle est remplacée par des grains épars dans la cavité cellulaire (fig. 67), qui déjà se liquéfient dans l'eau en se réduisant en anneaux comme ceux qu'indique la figure 68, pl. 12. La figure 66 représente des grains d'aleurone de la semence fraîche et mûre du *Xanthium strumarium*, qui viennent d'être placés dans l'eau. Ils se liquéfient plus vite après l'hiver, et ont à peu près le même aspect dans l'huile.

Les vésicules aleuriennes adultes de l'*Asphodelus fistulosus* L. sont globuloïdes, et enserrent un contenu formé quelquefois de deux ou trois parties qui remplissent la vésicule. On remarque çà et là parmi elles quelques rares prismes rhomboïdaux. Cette forme cristalline est celle de ces vésicules à une certaine phase de leur développement (pl. 12, fig. 65). A leur origine, elles constituent, au pourtour de la cellule, de très petits grains globuleux *a* (fig. 64), dont quelques-uns peuvent montrer, dès ce moment, la forme rhomboïdale comme en *b*. Tous ces grains jaunissent par l'iode; mais, dans quelques cellules périphériques de l'albumen, j'ai trouvé aussi quelques granules d'amidon.

Le *Cardiospermum Halicacabum* mérite de fixer l'attention. Aux approches de la maturité, l'embryon contient deux sortes de cellules : les unes sont remplies de granules, d'abord à peu près égaux, un peu plus tard très inégaux et à contours irréguliers; les autres renferment des vésicules *a* (pl. 12, fig. 86) qui contiennent un gros noyau *b*. Ces vésicules commencent par des globules dont le pourtour, formant une membrane, s'écarte bientôt du noyau. Tantôt ces vésicules sont à peu près égales ; tantôt elles entourent une vésicule plus grande (pl. 12, fig. 85, *a*), qui a souvent toute l'apparence d'une vésicule nucléaire munie d'un seul nucléole. Les vésicules plus petites, qui entouraient la vésicule *a* de la figure 85, contenaient chacune un globule, et quelquefois deux comme en *d*. La vésicule *a* renfermait huit globules de même nature. Ce sont sans doute les grains ou vésicules de ces deux sortes de cellules qui deviennent les vésicules aleuriennes que l'on voit dans la figure 87, pl. 12. Cette figure représente une cellule vue dans la solution concentrée de potasse (1). A aucune époque de l'évolution de l'embryon, je n'ai constaté la présence de l'amidon.

J'ai indiqué plus haut l'origine des vésicules cristalligènes du *Sparganium ramosum* et du *Pleurothallis circumplexus;* elles n'ont pas non plus pour origine des grains amylacés.

On peut juger par ces quelques exemples que si, dans quelques cas, la transformation de l'amidon en aleurone paraît probable, il est bien certain que, dans les *Lupinus mutabilis*, *varius*, *Colutea arborescens*, *Xanthium italicum*, *Asphodelus fistulosus*, *Cardiospermum Halicacabum*, *Ricinus communis*, *Pleurothallis circumplexus*, etc., l'amidon n'a aucune part à la production des vésicules aleuriennes. Celles du *Sparganium* résultent évidemment de la modification de vésicules qui étaient destinées à multiplier les cellules.

SUPPLÉMENT AUX VÉSICULES CHROMULIFÈRES.

1° Il existe dans le fruit du *Daphne Laureola* de belles vésicules violettes, ordinairement oblongues, naviculaires, dont la dimension varie beaucoup, car elles atteignent jusqu'à $0^{mm},06$ sur

---

(1) *Note de l'auteur.* — Dans les *Cardiospermum Halicacabum* et *microspermum*, le plus gros grain, c'est-à-dire le *solitaire*, de même que celui de beaucoup d'autres plantes, laisse ordinairement apercevoir, après la dissolution de son contenu, un groupe cristallin rayonnant. C'est là ce que M. Hartig appelle un *cristalloïde*. Je dirai, à cette occasion, le défaut d'espace ne m'ayant pas permis de parler des *globides*, que ce savant me paraît avoir quelquefois nommé ainsi des groupes cristallins imparfaits. C'est assurément ce qui est arrivé dans le *Vitis*. Au reste, la confusion est facile, car on trouve le passage de tels groupes cristallins parfaits même aux albines globuleuses. En étudiant avec beaucoup d'attention un grand nombre de tranches de l'albumen du *Vitis vinifera*, on aperçoit en effet, à la place de ces groupes de cristaux, des corps de formes variées, globuloïdes et un peu hérissés, globuloïdes et lisses, carrés, rhomboïdaux ou rectangulaires, qui ne sont que des états différents de la même substance. J'ai eu fréquemment l'occasion d'observer, dans des plantes diverses, à solitaires contenant des cristaux rayonnants (cristalloïdes de M. Hartig), que de ces corps globuleux, rectangulaires ou carrés, se transforment en groupes de cristaux rayonnants aussitôt qu'on les met dans l'ammoniaque ou dans une liqueur aqueuse.

0mm,0075. Ces vésicules passent au bleu à mesure qu'elles s'élargissent, et leurs contours sont irréguliers à la fin de leur végétation.

2° Il y a encore, dans certaines cellules subépidermiques du même fruit, d'autres vésicules bleues fort intéressantes, en ce que leur naissance vient confirmer de nouveau l'origine que j'ai attribuée à diverses sortes de vésicules. Ces vésicules bleues du fruit du *Daphne Laureola* naissent d'un protoplasma *indigo foncé*, réparti au pourtour de la cellule, dont le nucléus est fréquemment aussi de couleur bleue. Ce protoplasma ne présente d'abord que des granulations, puis certains granules grossissent, et deviennent de jolies vésicules bleues globuleuses qui ont jusqu'à 0mm,0075. Je n'ai pas suivi leur développement ultérieur; quelques-unes semblaient divisées en deux et d'autres en quatre.

3° J'ai trouvé aussi dans le *Lonicera cærulea* des vésicules roses, globuleuses, ayant de 0mm,002 à 0mm,005, qu'il ne faut pas confondre avec les petites vésicules nucléaires rose clair, ponctuées, munies d'un nucléole rose plus foncé. D'autres vésicules paraissant de même nature étaient allongées. Enfin j'en ai observé de beaucoup plus grosses (de 0mm,04 sur 0mm,025), violacées, qui étaient composées, et rappelaient le mode de végétation des vésicules du fruit du *Solanum guineense*, représentées par les figures 52 à 60, pl. 5; mais je n'ai point constaté, dans le fruit du *Lonicera cærulea*, la transition de la vésicule simple à la composée.

4° Les fruits noirs des *Rubus cæsius*, *laciniatus*, *glandulosus*, *lasiocarpus*, etc., contiennent à la fois trois sortes principales de vésicules : 1° des vésicules fausses vacuoles; 2° des vésicules roses ou rouges; 3° des vésicules bleues, ou à centre bleu, et à contour violet ou rose. J'ai pensé que quelques mots sur leur développement ne seraient pas superflus. — Durant la maturation, les vésicules chlorophylliennes disparaissent pendant que la couleur rose violacée se manifeste. Cette première teinte rosée n'est pas due à la présence de vésicules, mais à celle d'un liquide répandu dans toute la cellule. Un peu plus tard, il naît dans les utricules de nombreuses vésicules fausses vacuoles très petites, qui forment quelquefois, vers la fin de la végétation du fruit, un élégant parenchyme très délicat, à parois très nettes, dans l'intérieur des cellules (*Rubus glandulosus*, etc.). C'est d'une partie de ces apparentes vacuoles que naissent les vésicules roses ou rouges et les bleues. Le contenu de ces petites vésicules fausses vacuoles se colore en rose dans les cellules incolores, en rose plus foncé dans les cellules à contenu déjà rosé. Certaines de ces vésicules, en grandissant un peu, se rapprochent du rouge de Mars clair, tandis que d'autres vésicules roses produisent vers leur centre un globule bleu noir. Ce globule bleu est donc entouré d'une zone de couleur rose dans le principe ; mais graduellement cette zone passe au violet, et même quelquefois tout à fait au bleu, en sorte que l'on a un globule bleu foncé environné d'une zone bleue plus claire ou plus fréquemment violette. Les vésicules ainsi développées ont généralement de 0^{mm},002 à 0^{mm},005. Elles s'étendent un peu en vieillissant. Alors la zone violette tend à disparaître, et le globule bleu central devient diffus. — Telles sont les vésicules simples ; mais il y en a de composées, qui, dans un plasma rose ou plus souvent incolore, renferment plusieurs vésicules comme les précédentes. Le *Rubus corylifolius* m'a paru le plus remarquable à cet égard. J'y ai trouvé des vésicules composées qui ne contenaient que des vésicules roses, parfois plus de vingt. Chez d'autres, il y avait en même temps des vésicules roses ou rouges et des vésicules bleues à contour violet ; le plus souvent, surtout dans les *Rubus cæsius, laciniatus* et *glandulosus*, il n'existe que de ces dernières.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 1.

Fig. 1 et 2. Cellules épidermiques d'un jeune ovaire d'*Avena sativa.* — 3. Très jeune poil pris sur une fleur de *Bryonia alba.* — 4. Jeunes cellules épidermiques de la tige de l'*Hippuris.* — 5. Cellules superficielles d'une Pomme de terre commençante. — 6. Jeunes cellules épidermiques d'une feuille d'*Aloe verrucosa.* — 7, 8 et 9. Cellules d'un jeune embryon de *Lathyrus latifolius.* — 10. Cellule d'un jeune albumen d'*Emex spinosus.* — 11 à 18. Vésicules nucléaires et cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum.* — 19. Vésicules nucléaires et cellules de l'albumen du Maïs. — 20 à 37. Vésicules nucléaires et cellules de l'embryon du *Pisum sativum.*

PLANCHE 2.

Fig. 1 à 66. Vésicules cristalligènes et cristaux nés de ces vésicules dans l'albumen du *Sparganium ramosum.* Végétation et multiplication de ces cristaux. — 67. Une de ces vésicules composées recouverte d'amidon. — 68. Grains d'amidon du *Sparganium ramosum.* — 69. Vésicule nucléaire du *Pleurothallis circumplexus.* — 70 à 77. Vésicules cristalligènes et cristaux de la même plante. — 78 à 81. Vésicules cristalligènes et cristaux du *Megaclinium maximum.*

PLANCHE 3.

Fig. 1 à 4. Cellules et vésicules obtenues du fruit du *Lycopersicum esculentum.* — 5. Cellule d'une feuille de *Pleurothallis circumplexus.* — 6. Cellule du fruit du *Cucurbita Pepo,* var., *Coloquinelle,* prise vis-à-vis la partie colorée en jaune. — 7 et 8. Cellules de l'albumen du Maïs. — 9. Une cellule de l'albumen jeune du *Pinus brutia.* — 10. Une cellule de l'albumen jeune du *Taxus baccata.* — 11 à 19. Vésicules obtenues du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis.* Les vésicules 18 et 19 contiennent des grains d'amidon *a.* — 20. Jeunes cellules épidermiques de l'embryon de l'*Orobus variegatus.* — 21 à 23. Multiplication des cellules allongées des faisceaux du *Joliffia africana.*

PLANCHE 4.

Fig. 1, 2, 3. Vésicules pseudo-nucléaires du fruit du *Solanum nigrum.* — 4 à 21. Vésicules qui naissent des précédentes. — 22 et 23. Cellules du même fruit. — 24, 25 et 26. Vésicules du même fruit. — 27, 28, 29. Cellule, vésicule et cristaux de la feuille du *Lepanthes cochlearifolia.* — 30. Jeune cellule née d'une vésicule fausse vacuole dans le fruit du *Solanum nigrum.* — 31 à

49. Vésicules et cellules du fruit du *Solanum Dulcamara.* — 50 à 59. Vésicules obtenues du fruit du *Solanum Berterii* Desf. = *S. villosum* Lamk.

PLANCHE 5.

Fig. 1. Cellules du *Lepanthes cochlearifolia.* — 2 et 3. Vésicules chlorophylliennes avec grain d'amidon obtenues du fruit du *Solanum tuberosum.* — 4 à 11. Vésicules du fruit du *Solanum nigrum.* — 12 à 15. Vésicules avec chlorophylle et grains d'amidon *a*, obtenues du bulbe du *Phajus grandiflorus.* — 16 et 17. Grains d'amidon nés dans les vésicules précédentes. — 19. Vésicule avec amidon et chlorophylle obtenue du fruit du *Solanum ferrugineum.* — 20. Vésicule avec amidon tirée du fruit du *Sarracha stapeliæfolia.* — 21 à 24. Cellules et vésicules chromulifères du pédoncule du *Chamædorea Sartorii.* — 25 à 29. Cellules et vésicules chromulifères tirées du fruit de l'*Asparagus officinalis.* — 30. Cellule et vésicules obtenues du fruit du *Capsicum pseudocapsicum.* — 31. Vésicules obtenues du fruit du *Capsicum bicolor.* — 32. Les mêmes, traitées par l'eau iodée. — 33 et 34. Cellules et vésicules obtenues du fruit de l'*Arum italicum.* — 35. Une cellule de la corolle du *Clavija lancifolia.* — 36. Une cellule du fruit du *Pyrus aucuparia.* — 37. Cellule du fruit du *Pyrus americana.* — 38. Cellule du fruit du *Lycium vulgare.* — 39. Cellule du fruit du *Lonicera etrusca.* — 40. Cellule de la corolle du *Rondeletia speciosa.* — 41. Vésicules de la corolle de l'*Helenium autumnale.* — 42. Vésicules de la corolle du *Tagetes erecta.* — 43 Vésicules de la corolle de l'*Helianthus annuus.* — 44. Vésicules du calice du *Physalis Alkekengi.* — 45. Grains amylacés du fruit de cette plante, entourés de matière colorante jaune. — 46. Cellule de la corolle du *Siphocampylus manettiæflorus.* — 47. Vésicules colorées avec grains d'amidon obtenues du fruit du *Solanum macrophyllum.* — 48. Cellule de la corolle de l'*Ixora javanica.* — 49. Cellule du fruit de la Belladone. — 50. Une vésicule de ce fruit. — 51 à 61. Vésicules colorées du fruit du *Solanum guineense.*

PLANCHE 6.

Fig. 1. Cellule de la racine du *Smilax rotundifolia.* — 2. La même traitée par l'iode et l'acide sulfurique. — 3 et 4. Ses couches constituantes. — 5. Cellules avec vésicules amylacées naissantes, tirées d'un jeune rhizome de *Typha latifolia.* — 6, 7, 8, 10. Vésicules obtenues du même rhizome. — 11. Portion de cellule du même. — 12, 13, 14, 15. Vésicules amylacées jeunes du même rhizome. — 16. Cellule d'un jeune rameau du *Viscum album*, traitée par l'eau iodée. — 17. Cellule de l'embryon du *Lathyrus latifolius.* — 18 à 28. Vésicules obtenues de l'embryon du *Lathyrus ensifolius.* — 29. Cellules de l'embryon du *Phaseolus vulgaris.* — 30 à 37. Jeunes vésicules amylacées du *Phaseolus vulgaris.* — 38. Une cellule de l'embryon du *Vicia pisiformis.* — 39 à 42. Jeunes vésicules amylacées du *Vicia pisiformis.* — 43, 44, 45. Cellules d'un rameau de

Vanilla planifolia. — 46 et 47. Vésicules chlorophylliennes avec amidon obtenues du fruit du *Solanum tuberosum*. — 48 et 49. *n*, nucléus d'un fruit très jeune du *Physalis Alkekengi*. — 50 à 62. Développement de grains d'amidon nés dans un plasma vert de la tige du *Dieffenbachia Seguine*. — 63, 64, 65. Jeunes cellules du fruit du *Solanum Dulcamara*. — 66. Cellule de l'embryon du *Juglans cinerea* avant la maturité, avec vésicules aleuriennes jaunies par l'iode. — 67. Cellule de l'embryon du *Carya amara* traitée par l'iode. — 68. Cellule de l'embryon de l'*Arachis hypogea* avec aleurone et amidon colorés par l'iode. — 70. Cellule de l'embryon du *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinelle*, vers la maturité, avec aleurone et amidon colorés par l'iode. — 71. Une cellule d'un très jeune fruit du *Physalis Alkekengi*. — 72. Cellules d'une racine d'*Aristolochia* indéterminée, avec une couche amylacée, épaisse, bleuie par l'iode. — 73 et 74. Cellules avec grains d'amidon nés de la couche précédente. — 75. Cellule de l'albumen du *Pinus pinaster* avant la maturité, avec vésicules aleuriennes colorées par l'iode. — 76. Cellule de l'albumen du *Pinus excelsa* Wallich (?) jeune encore et traitée par l'iode. — 77, 78, 79. Amidon qui est parfois mêlé aux vésicules aleuriennes de la même plante.

PLANCHE 7.

Fig. 1 à 4. Cellules de l'albumen du *Melica altissima*. — 5, 6, 7. Jeunes cellules de l'albumen du *Scirpus sylvestris*. — 8. Cellules du rhizome du *Bletia Galeottiana*. — 9 à 16. Amidon de ce rhizome. — 17 et 18. Cellules d'une très jeune Pomme de terre. — 19. Jeunes grains d'amidon de la Pomme de terre. — 20, 21, 22. Jeunes cellules de l'albumen du *Festuca unioloides*. — 23, 24, 25. Grains d'amidon multiples de ce *Festuca*. — 26. Granules amylacés constituant ces grains multiples. — 27, 28, 29. Jeunes cellules de l'albumen du *Phytolacca esculenta*. — 30, 31, 32. Grains amylacés multiples de ce *Phytolacca*. — 33, 34. Jeunes cellules de l'albumen du *Beta vulgaris*. — 35, 36, 37. Grains d'amidon multiples du *Beta vulgaris*. — 38. Granules constituants de ces grains multiples. — 39, 40. Cellules de l'albumen jeune du *Silene fimbriata*. — 41, 42. Grains multiples de l'amidon de ce *Silene*. — 43. Grains d'aleurone de l'embryon, altérés par l'eau. — 44. Granules constituant les grains amylacés multiples. — 45, 46, 47. Cellules d'un jeune albumen d'*Amarantus sylvestris*. — 48. Granules constituant les grains d'amidon multiples de cette plante. — 49. Grains d'aleurone de l'embryon altérés par l'eau. — 50, 51. Cellules de l'albumen jeune du *Rivina lævis*. — 52, 53, 54. Grains d'amidon multiples, adultes, de ce *Rivina*. — 55. Granules amylacés constituant ces grains. — 56. Grains d'aleurone altérés par l'eau. — 57, 58, 59. Cellules de l'albumen de l'*Obione sibirica*. — 60, 61. Grains d'amidon multiples de cet *Obione*.

PLANCHE 8.

Fig. 1, 2, 3. Cellules de l'albumen jeune du *Lychnis dioica*. — 4 à 12. Grains d'amidon multiples de cette plante. — 13 à 17. Cellules de l'albumen jeune du *Lychnis sylvestris*. — 18 à 22. Portions de cellules et cellules de l'albumen jeune du *Lychnis noctiflora*. — 23. Cellule de l'albumen jeune du *Portulaca oleracea*. — 24 à 35. Cellules, nucléus et grains d'amidon multiples de l'albumen de l'*Arum italicum*. — 36, 37, 38. Nucléus de l'albumen du *Tradescantia subaspera*, à divers degrés de développement. — 39. Nucléus de l'albumen de ce *Tradescantia* entouré de grains d'amidon multiples jeunes. — 40. Autre nucléus du même albumen. — 41. Cellules d'une jeune feuille d'*Orchis latifolia*. — 42. Une cellule jeune de l'albumen du *Zea Mays*. — 43. Une cellule jeune de l'albumen jeune de l'*Emex spinosus*. — 44. Grains d'amidon de cet albumen adulte.

PLANCHE 9.

Fig. 1, 2. Cellules de l'albumen du *Mirabilis Jalapa*. — 3. Grains d'amidon de cet albumen, adultes et grossis de 380 diamètres. — 4 à 7. Grains d'amidon de l'*Elymus striatus*. — 8, 9. Amidon de l'*Ervum incurvus*. En 8 *b*, granules jaunissant par l'iode. — 10. Agrégat de grains d'amidon du *Rheum undulatum*. — 11. Grains d'amidon isolés du même *Rheum*. — 12. Amidon de l'albumen du *Rumex hydrolapathum*. — 14. *a*, amidon du *Bromus tectorum*, L.; *b*, amidon du *Bromus brachystachyus* Horn.; *c*, amidon du *Bromus commutatus* Schrad. — 15. Amidon du *Brachypodium subtile* Fr. et M. — 16, 17, 18. Amidon de l'albumen du *Sagittaria lancifolia*. — 19. Un grain d'amidon de l'albumen de l'*Alisma ranunculoides*. — 20, 21. Amidon de l'albumen de l'*Hordeum bulbosum*. — 22. Amidon de l'albumen de l'*Anthephora elegans* Schreb. — 23. Amidon de l'albumen du *Cenchrus spinifex* Cav. — 24. Amidon du *Pennisetum longistylum* Hochst. — 25. Amidon de l'*Oplismenus crus Galli* Kit. — 26. Amidon du *Setaria compressa*. — 27. Amidon des *Panicum proliferum* en *a*, *ciliare* en *b*, *c*, *d*. — 28. Amidon du *Paspalum stoloniferum* Bosc. — 29. Amidon de l'albumen du *Pterostegia drymarioides*. — 30 à 35. Amidon des racines tuberculeuses du *Ficaria ranunculoides*. — 36 à 46. Amidon de la tige de *Dieffenbachia Seguine*. — 47 à 84. Amidon du rhizome de l'*Iris florentina*. — 85 à 111. Amidon de l'albumen de l'*Avena pubescens*. — 112 à 118. Amidon de l'albumen de l'*Avena hirsuta*. — 119. Un grain partiel creux de l'*Avena sativa*.

PLANCHE 10.

Fig. 1 à 11. Amidon de l'albumen du *Dyckia remotiflora* Ott. et Dietr. — 12. Grain d'amidon composé de l'albumen du *Phleum annuum*. — 13. Grain partiel d'un tel grain composé. — 14. Grain simple se sectionnant. — 15 à

21. Amidon de l'albumen de l'*Alopecurus utriculatus.* — 22 à 24. Jeunes grains d'amidon composés de l'*Alopecurus agrestris.* — 25 à 50. Amidon de la souche du *Chelidonium majus*, se trouvant aussi dans les *Ch. quercifolium* et *grandiflorum.* — 51. Portions de cellules d'une patate naissante (*Batatas edulis*). — 52 à 68. Amidon de la patate à divers degrés de développement. — 69, 70, 71. Grains d'amidon composés de l'embryon de l'*Entada Pursætha.* — 72 à 75. Amidon de la souche du *Spiræa Ulmaria.* — 76 à 80. Amidon du péricarpe du *Cratægus pyriformis.* — 81 à 86. Amidon d'une Pomme de terre encore jeune. — 87, 88, 89. Amidon des cellules du placenta d'un jeune fruit du *Lycopersicum esculentum.* — 90 à 107. Amidon du fruit du *Solanum tuberosum.* — 108, 109, 110. Amidon d'un fruit non mûr du *Musa sinensis.* — 111 et 112. Amidon de la souche du *Curcuma rubescens.*

PLANCHE 11.

Fig. 1. Amidon à structure fibreuse rayonnante, obtenue par l'action du chlorure de chaux sur la fécule de pomme de terre. — 2 à 9. Amidon du bulbe du *Phajus grandiflorus* en voie de résorption chez la plupart de ces grains. — 10. Amidon des écailles du bulbe du *Lilium candidum.* — 11. Le même, en voie de résorption en *b.* — 12 à 16. Grains d'amidon de la racine de Colombo. — 17, et 18. Autres grains d'amidon du *Lilium candidum* en voie de résorption. — 19 à 30. Grains d'amidon du rhizome du *Canna gigantea.* — 31 à 35. Grains d'amidon du rhizome du *Canna gigantea*, en voie de résorption. — 36. Grain d'amidon de la Pomme de terre traité par le chlorure de chaux. — 37 à 45. Grains d'amidon d'un rhizome âgé du *Zingiber Zerumbet*, en voie de résorption. — 46, 47, 48. Grains d'amidon d'une racine napiforme du *Zingiber Zerumbet.* — 49. Amidon de l'albumen du *Ravenala guyanensis* en *a*, *b*, *c*, *d*; granules jaunissant par l'iode en *f*. — 50 à 60. Cellules mères du pollen du *Tradescantia virginica.*

PLANCHE 12.

Fig. 1. Une cellule de l'embryon de l'*Onobrychis caput Galli*: *a*, amidon; *b*, vésicules aleuriennes altérées par l'eau. — 2. Une cellule de l'albumen du *Bauhinia tomentosa.* — 3. Une cellule de l'embryon de l'*Edwardsia chrysophylla.* — 4. Une cellule de l'embryon du *Dolichos pruriens*: *a*, amidon ; *v*, *v'*, vésicules aleuriennes. — 5. Vésicules aleuriennes de ce *Dolichos*, vues dans l'eau. — 6. Cellule de l'embryon du *Glycyrrhiza glandulosa.* — 7. Une cellule de l'embryon du *Mimosa horrida.* — 8, 9, 10. Cellules de l'embryon du *Colutea arborescens* à divers âges. — 11 à 15. Vésicules aleuriennes de cette plante à différents degrés d'altération par l'eau. — 16. Cellule de l'embryon du *Coulteria horrida* (?), vue dans l'huile. — 17, 18, 19, 20. Vésicules aleuriennes altérées par l'eau. —

21, 22. Cellules de l'embryon du *Lupinus varius :* l'une jeune, vue dans l'eau; l'autre adulte, vue dans l'huile. — 23. Une vésicule aleurienne de cette plante au commencement de l'action de l'eau. — 24 à 27. Cellules de l'embryon du *Lupinus mutabilis :* 24, jeune; 25, plus âgée; 26, la même dans l'eau; 27, une cellule adulte vue dans l'huile. — 28 à 31. Vésicules aleuriennes du *Pinus strobus* dans l'éther auquel on a ajouté ensuite un peu d'ammoniaque. — 32 à 37. Vésicules aleuriennes du *Pinus canadensis* traitées de la même manière. — 38 à 45. Vésicules aleuriennes du *Pinus excelsa* Wall. dans les mêmes circonstances. — 46. Vésicule aleurienne de l'embryon du *Centaurea calcitrapa*, de celles dont les vacuoles sont les plus grandes. — 46 *bis*. *a*, *b*, vésicules aleuriennes de l'embryon du *Tragopogon majus*. — 47. Vésicules aleuriennes du *Linum usitatissimum*, placées dans l'éther et traitées ensuite avec précaution par l'ammoniaque. — 48. *a*, *b*, vésicules aleuriennes du *Sambucus canadensis*, vues dans l'huile. — 49. *a*, *b*, *c*, *d*, vésicules aleuriennes du *Chelidonium majus*, dans l'huile. — 50 à 53. Amidon de l'*Elymus striatus* en voie de résorption. — 54, 55, 56. Amidon du *Triticum villosum* en voie de résorption. — 57. Amidon de l'*Hordeum distichum* en voie de résorption. — 58 à 61. Amidon de l'*Hordeum hexastichon* en voie de résorption. — 62 et 63. Amidon du *Secale montanum* en voie de résorption. — 64 et 65. Cellules de l'albumen de l'*Asphodelus fistulosus* jeunes encore. — 66. Cellule de l'embryon mûr du *Xanthium strumarium*. — 67 et 69. Cellules de l'embryon du *Xanthium italicum ;* 68, vésicules aleuriennes altérées par l'eau. — 70. Cellule de l'albumen du *Magnolia tripetala*, dans l'huile. — 71, 72. Cellules de l'albumen du *Sideroxylon spinosum*, dans l'huile. — 73, 74, 75. Vésicules aleuriennes de cette plante au commencement de l'action de l'eau. — 76. Cellule de l'albumen du *Pinus pinaster*, dans l'huile. — 77 à 84. Vésicules aleuriennes du Ricin diversement traitées. — 85, 86, 87. Cellules de l'embryon du *Cardiospermum Halicacabum*, à divers âges. — 88, 89. Grains d'amidon de la Pomme de terre traités par le chlorure de chaux. — 90. Cellule de l'embryon du *Moringa aptera*, dans la solution concentrée de potasse. — 91 à 95. Vésicules aleuriennes du *Magnolia tripetala* placées dans l'éther et traitées avec précaution par l'ammoniaque.

FIN DU DIXIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET **PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.**

Sur l'ascension de la séve, par M. W. Hofmeister. 5
Des formations vésiculaires dans les cellules végétales, par M. Aug. Trécul. 20, 127, 205
Sur l'accroissement anormal de la tige dans les Ménispermées, par M. le docteur Radlkofer. 164
Recherches sur les formations cellulaires, l'accroissement et l'exfoliation des extrémités radiculaires et fibrillaires des plantes, par MM. Garreau et Brauwers. 181
De l'existence d'une fécule amorphe dans un Champignon du groupe des Tubéracées, par M. Frédéric Currey. 200

MONOGRAPHIES ET **DESCRIPTIONS DE PLANTES.**

Recherches sur la famille des Amaryllidées, par M. J. Gay. 75
Gnetaceæ Americæ australis, exposuit L.-R. Tulasne. 110
Note sur neuf *Ascobolus* nouveaux, par MM. Crouan frères. 193

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

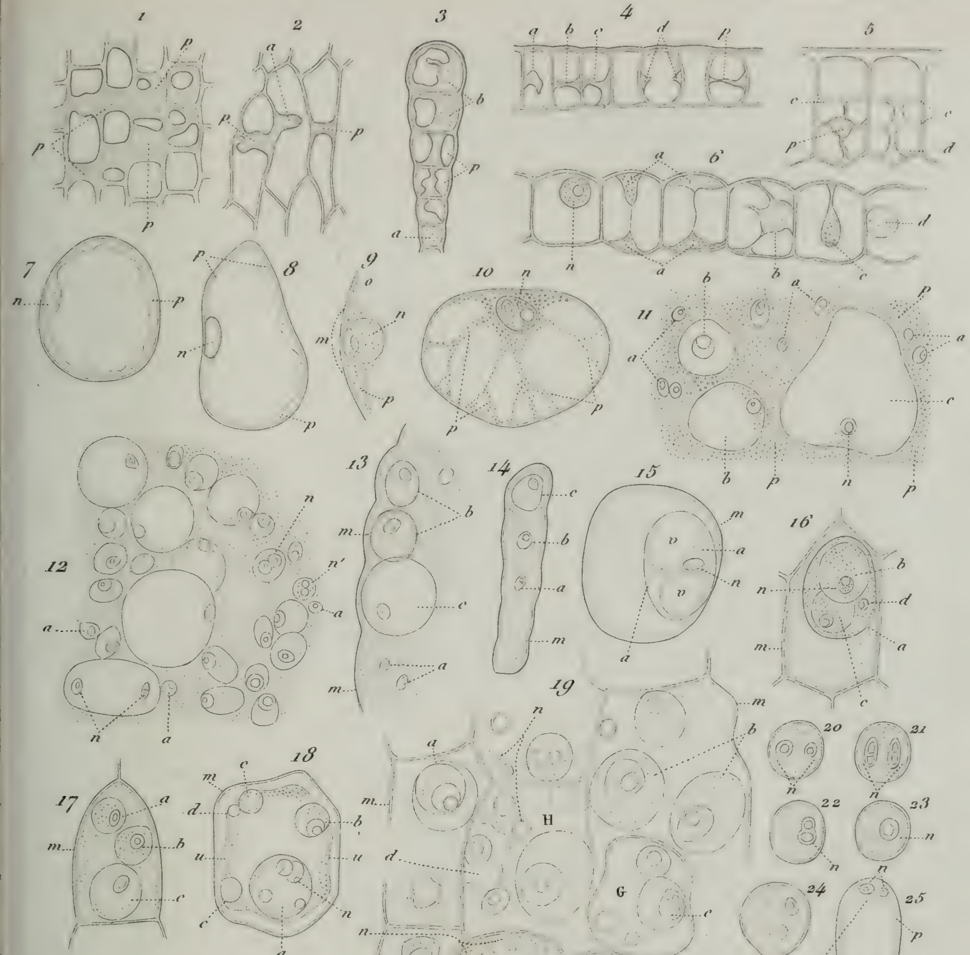
Brauwers. — Voy. Garreau.
Carrey (Fréd.). — De l'existence d'une fécule amorphe dans un Champignon du groupe des Tubéracées 200
Crouan. — Note sur neuf *Ascobolus* nouveaux. 193
Garreau et Brauwers. — Recherches sur les formations cellulaires, l'accroissement et l'exfoliation des extrémités radiculaires et fibrillaires des plantes. 181
Gay (Jacques). — Recherches sur la famille des Amaryllidées. 75
Hofmeister (Wilhelm). — Sur l'ascension de la séve. . . 5
Radlkofer. — Sur l'accroissement anormal de la tige dans les Ménispermées 164
Trécul (Aug.). — Des formations vésiculaires dans les cellules végétales. . . . 20, 127, 205
Tulasne (Louis-René). — Gnetaceæ Americæ australis exposuit 110

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

Planche	1.	Nucléus.
—	2.	Vésicules cristalligènes.
—	3.	Formations vésiculaires.
—	4.	
—	5.	
—	6.	
—	7.	Amidon.
—	8.	
—	9.	
—	10.	
—	11.	Amidon et nucléus.
—	12.	Vésicules aleuriennes et amidon.
—	13.	*Ascobolus*
—	14.	Accroissement et exfoliation des extrémités radiculaires

FIN DE LA TABLE.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
a
b
c
d
p
n
n'
n''
m
o
u
v
A
B
E
F
G
H

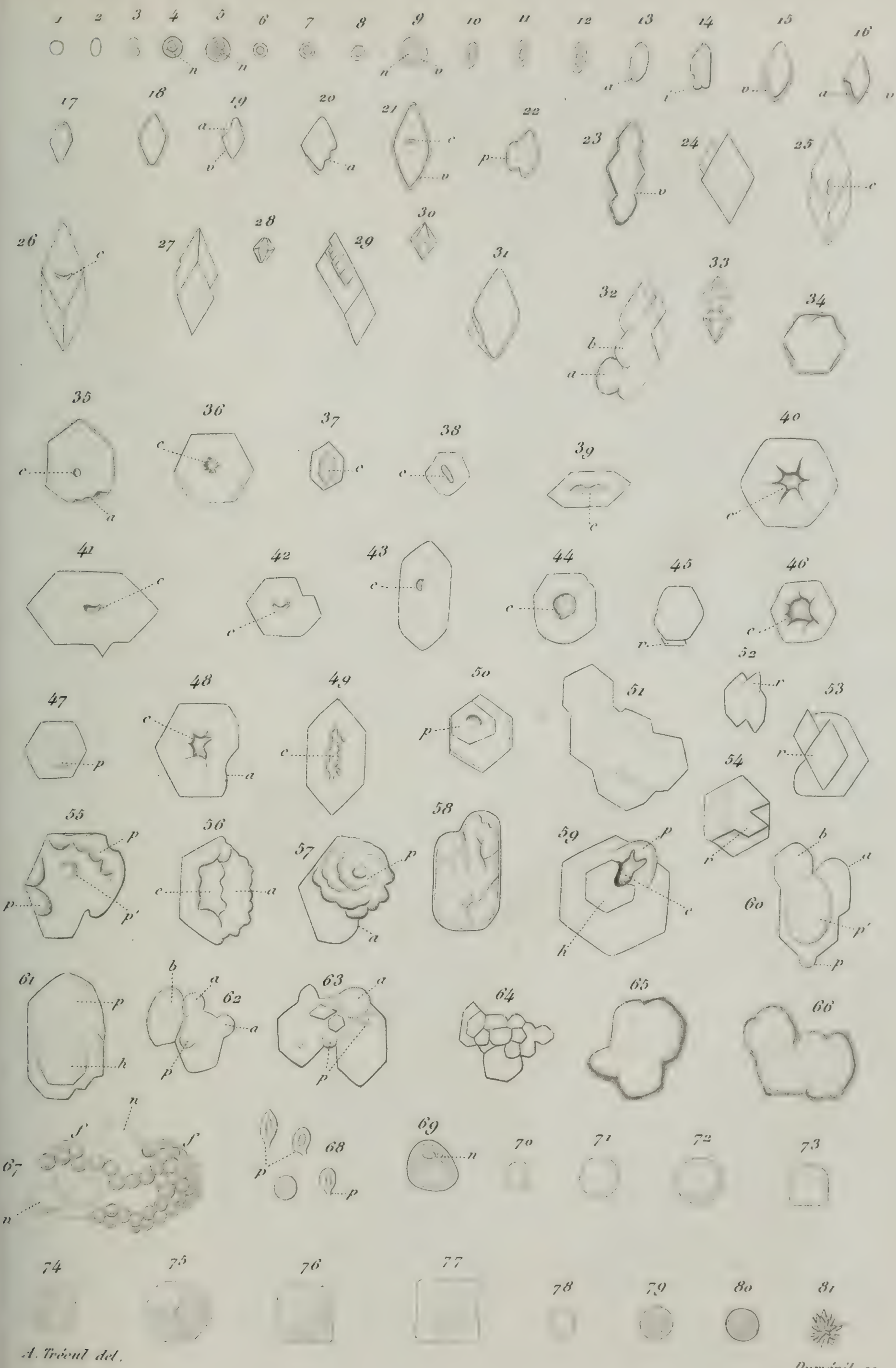
A. Trécul del.

Duménil sc.

Nucléus.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
2
3
4
n
5
n
6
7
8
9
n
v
10
11
12
13
a
14
i
15
v
16
a
v
17
18
19
a
v
20
a
21
c
v
22
p
23
v
24
25
c
26
c
27
28
29
30
31
32
b
a
33
34
35
c
a
36
c
37
c
38
c
39
c
40
c
41
c
42
c
43
c
44
c
45
r
46
c
47
p
48
c
a
49
c
50
p
51
52
r
53
r
54
r
55
p
p
p'
56
c
a
57
p
a
58
59
p
c
h
60
b
a
p'
p
61
p
h
62
b
a
a
p
63
a
p
64
65
66
67
f
n
f
n
68
p
p
69
n
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81

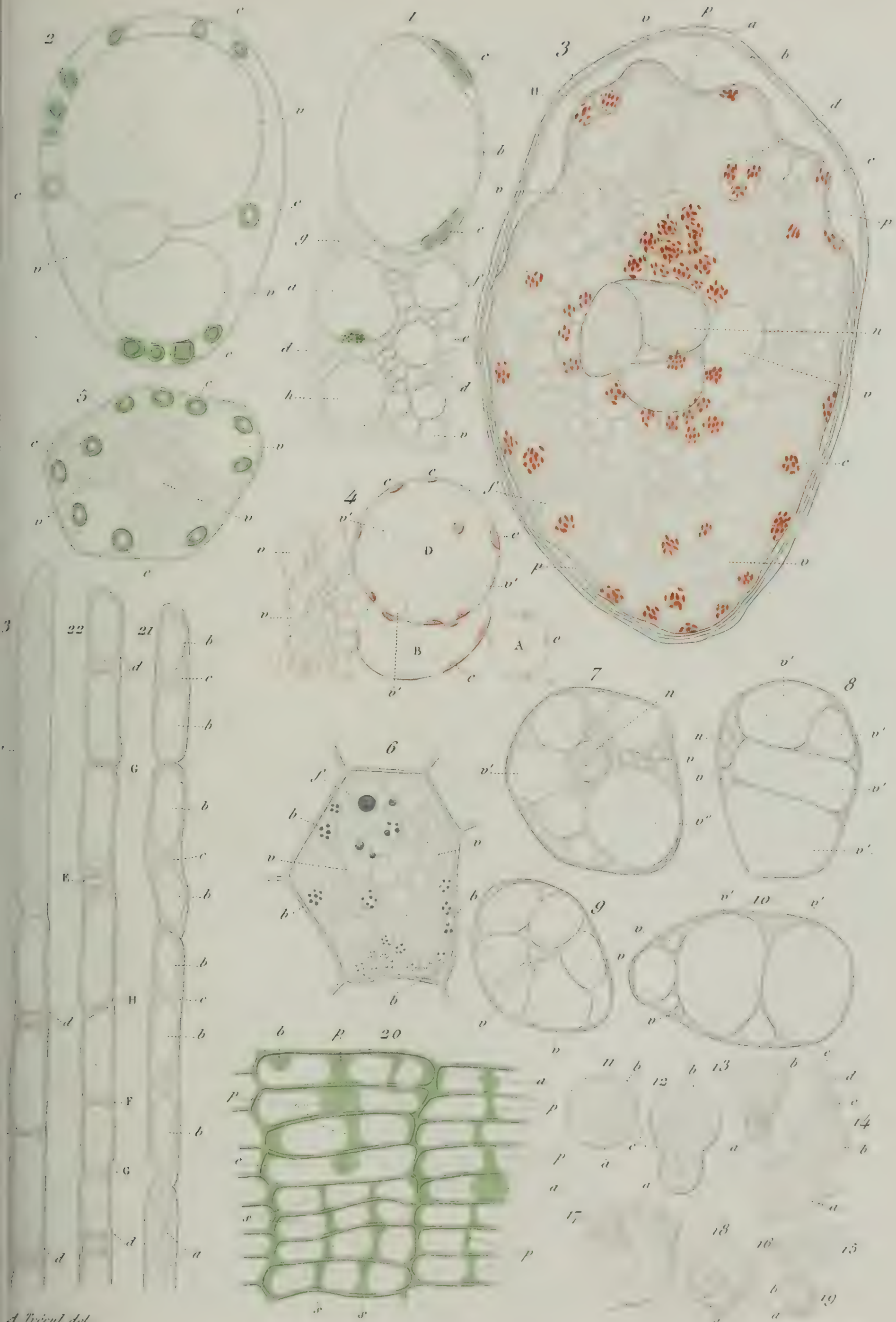
A. Trécul del.

Duménil sc.

Vésicules cristalligènes.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15. Paris.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


2
1
3
5
4
D
B
A
23
22
21
E
G
H
F
6
7
8
9
10
20
11
12
13
14
17
18
16
15
19

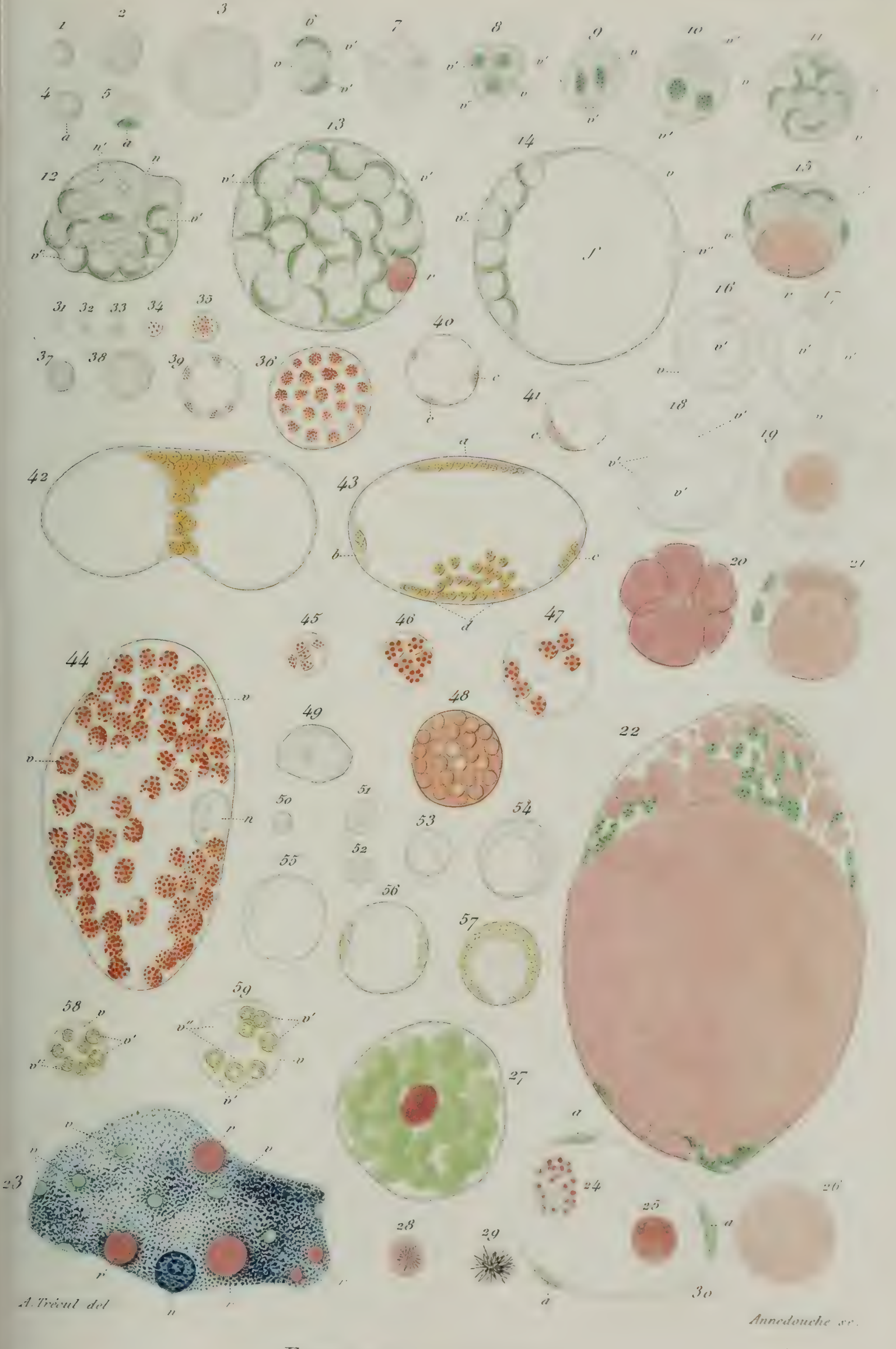
A. Trécul del.

Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
2
3
6
v'
v
v'
7
8
v'
v'
v'
v
9
v
v'
10
v'
v
11
v
4
a
5
a
12
n'
n
v'
v''
13
v'
v'
r
14
v'
v
v''
f
15
v
r
16
v'
v
17
v'
v'
31
32
33
34
35
37
38
39
36
40
c
c
41
c
18
v'
v'
v'
19
v
42
43
a
b
c
d
20
21
44
v
v
n
45
46
47
48
49
22
50
51
52
53
54
55
56
57
58
v
v'
v''
59
v''
v'
v
v'
27
23
v
v
r
v
r
r
n
r
a
24
25
a
26
28
29
a
30

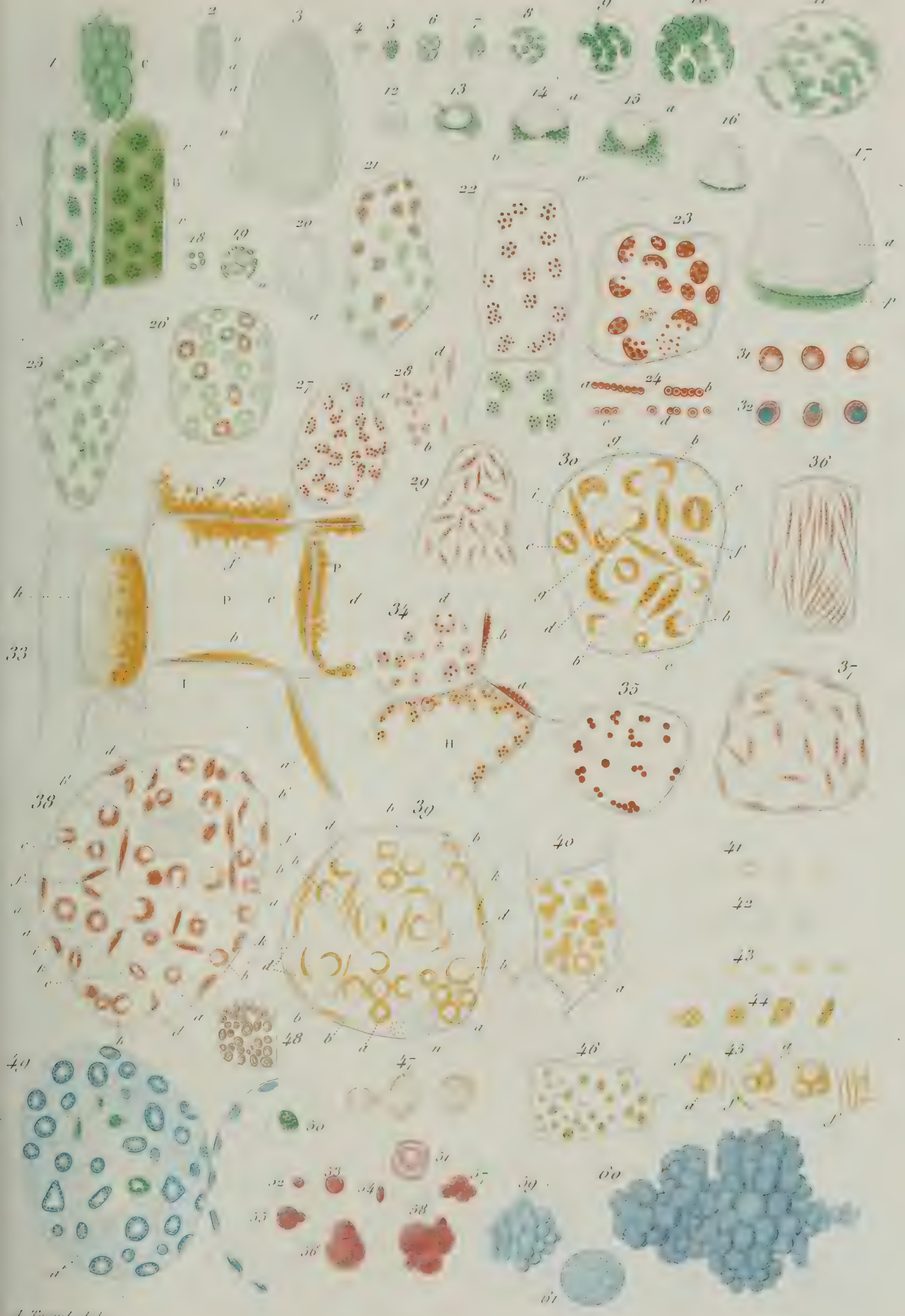
A. Trécul del.

Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY.

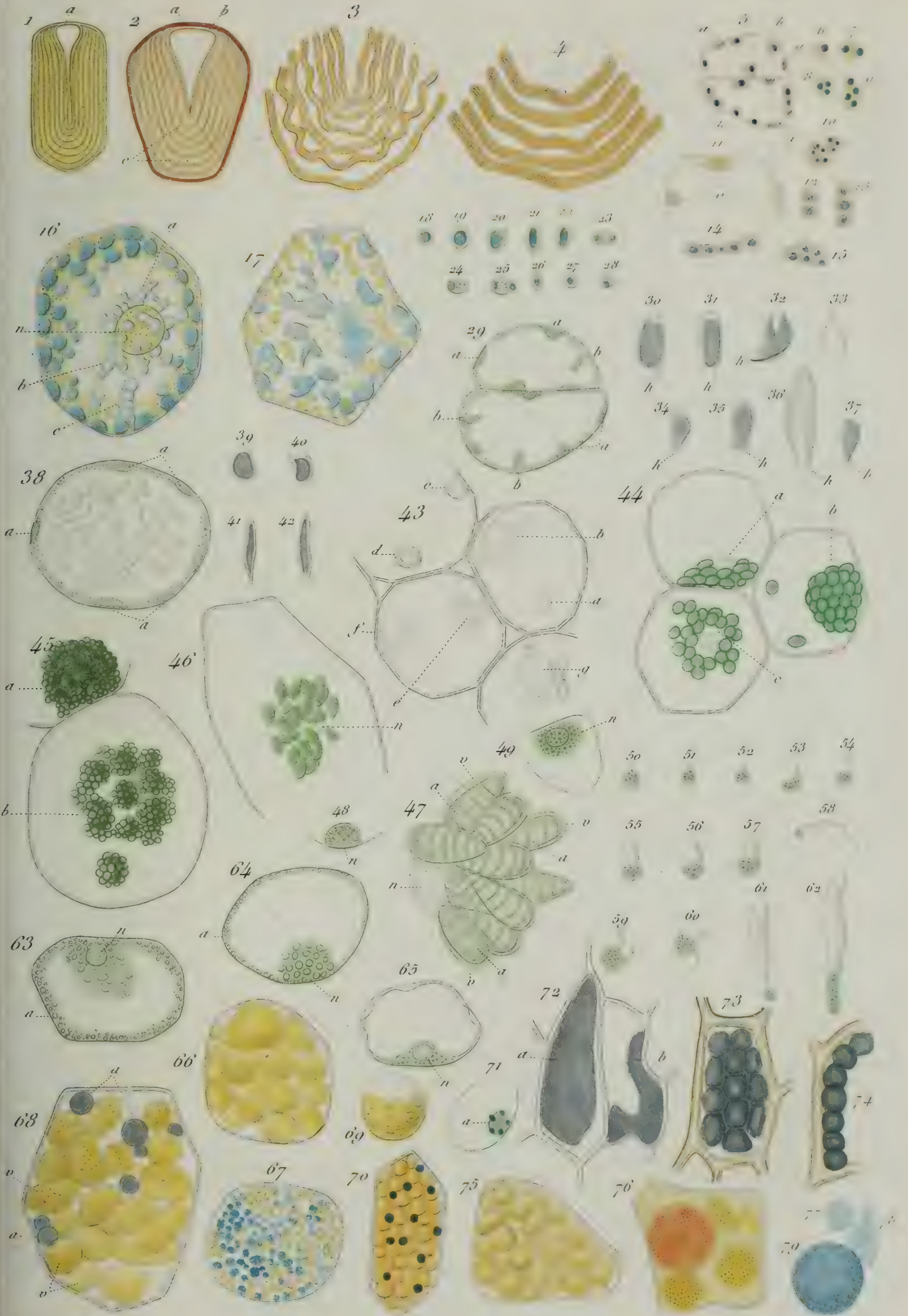

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
20'
21
22
23
24
25
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
A
B
C
P
I
H

I. Trécul del.
Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15 Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
79
a
b
c
d
e
f
g
h
n
v

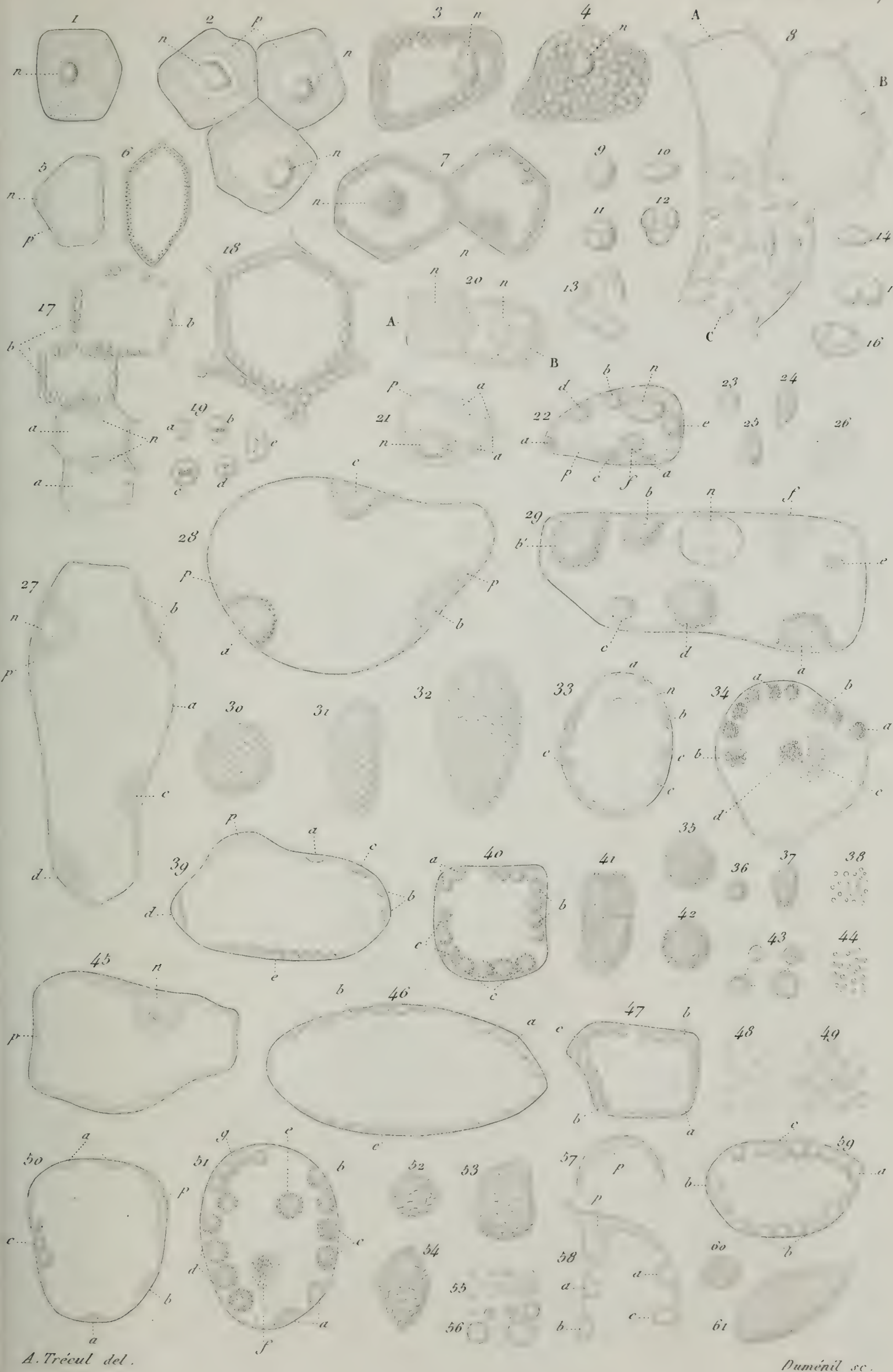
A. Trécul del.

Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

N Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15. Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

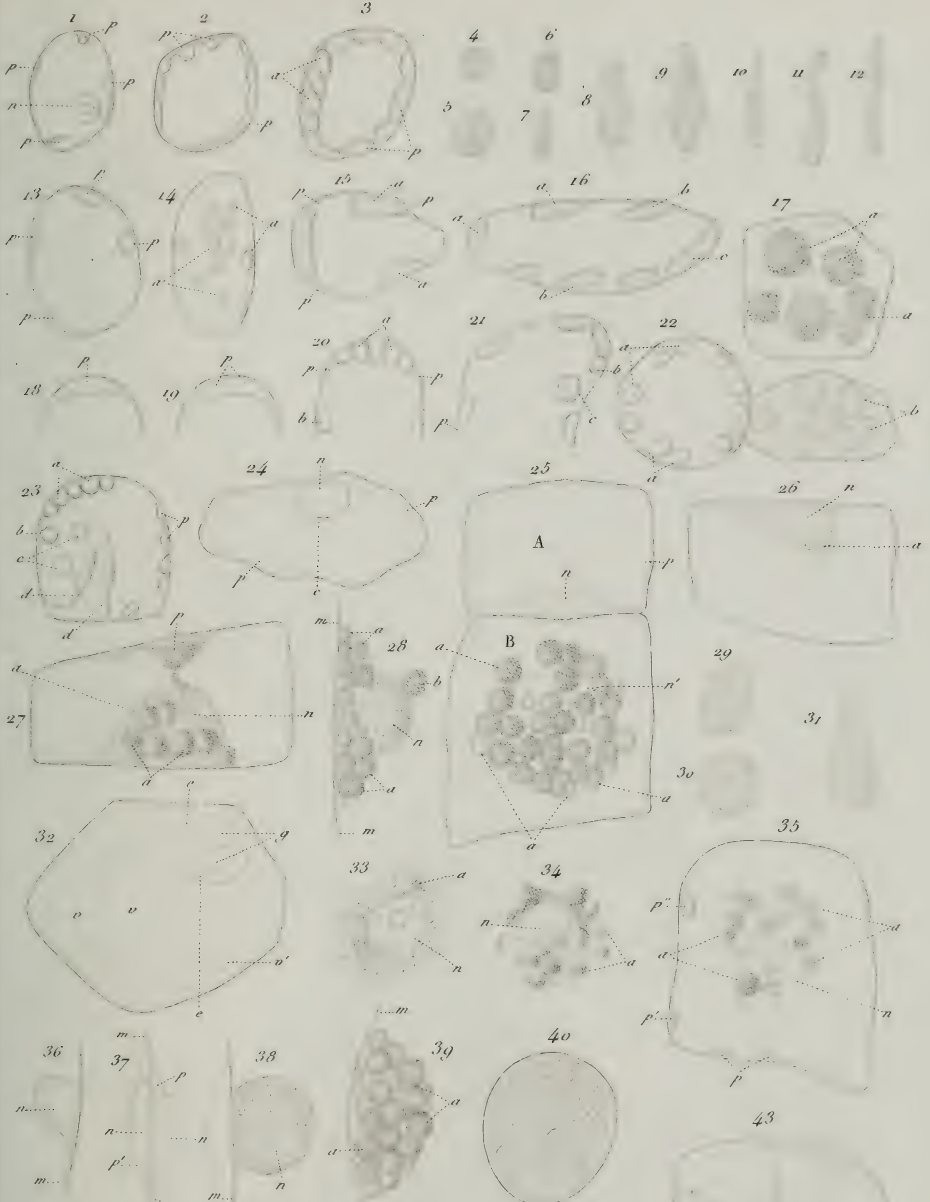

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
A
B
C
n
p
a
b
b'
c
d
e
f
g

A. Trécul del. *Duménil sc.*

Amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15. Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

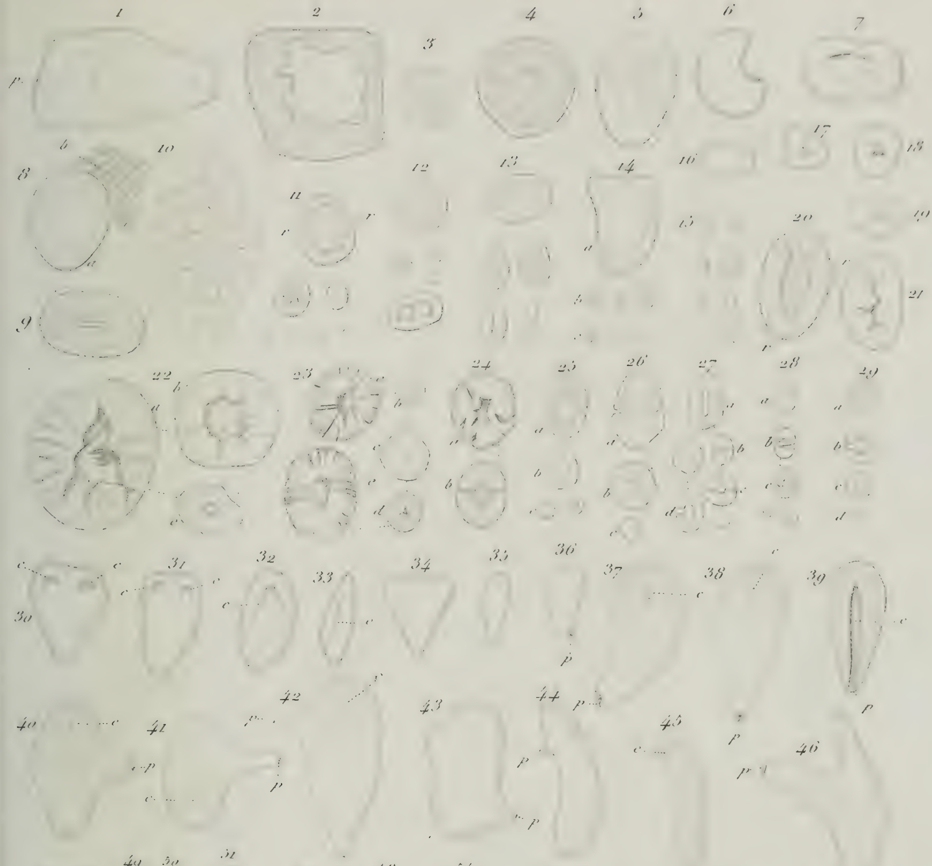

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
A
B
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
p
n
a
b
c
d
e
f
g
h
m
v
v'
n'
p'
p''

A. Trécul del. *Duménil sc.*

Amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15, Paris.

BRITISH MUSEUM
B D
NATURAL HISTORY.

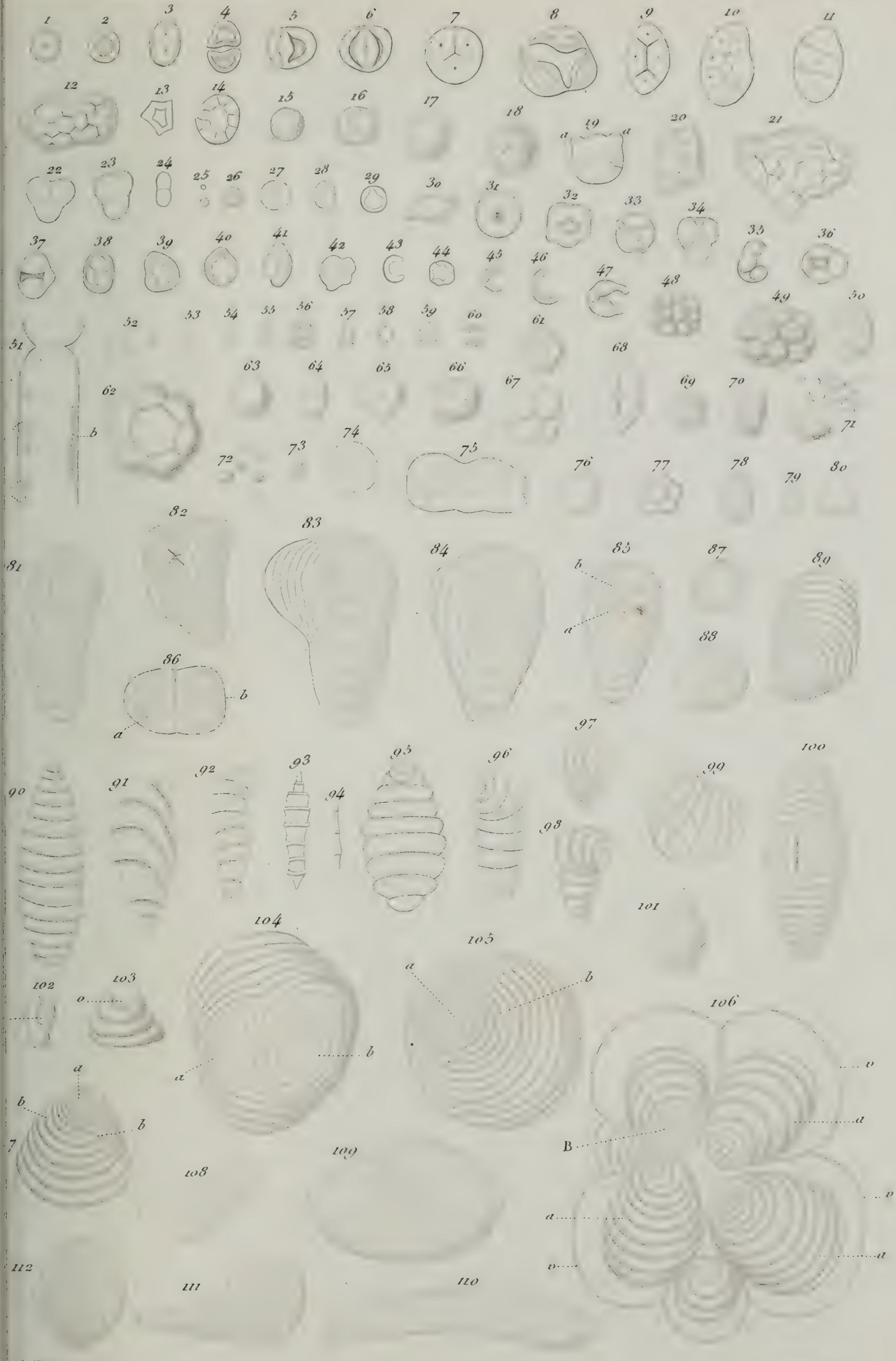

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119

A. Trécul del.   Dumenil sc.

Amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

BRITISH MUSEUM
B D
NATURAL HISTORY

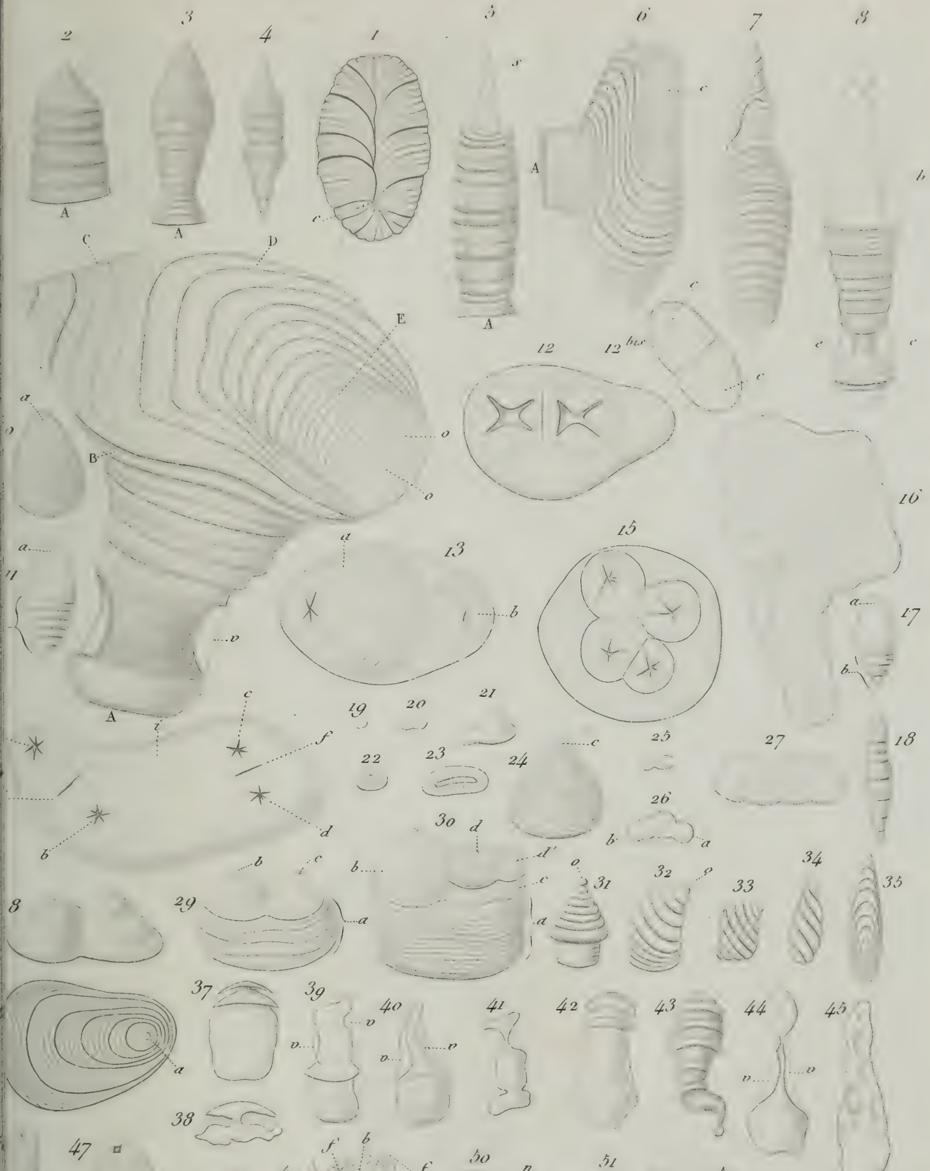

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
a
a
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
b
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
b
a
86
b
a
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
o
104
a
b
105
a
b
106
v
a
B
v
a
a
v
7
a
b
b
108
109
110
111
112

A. Trécul del. Duménil sc.

Amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

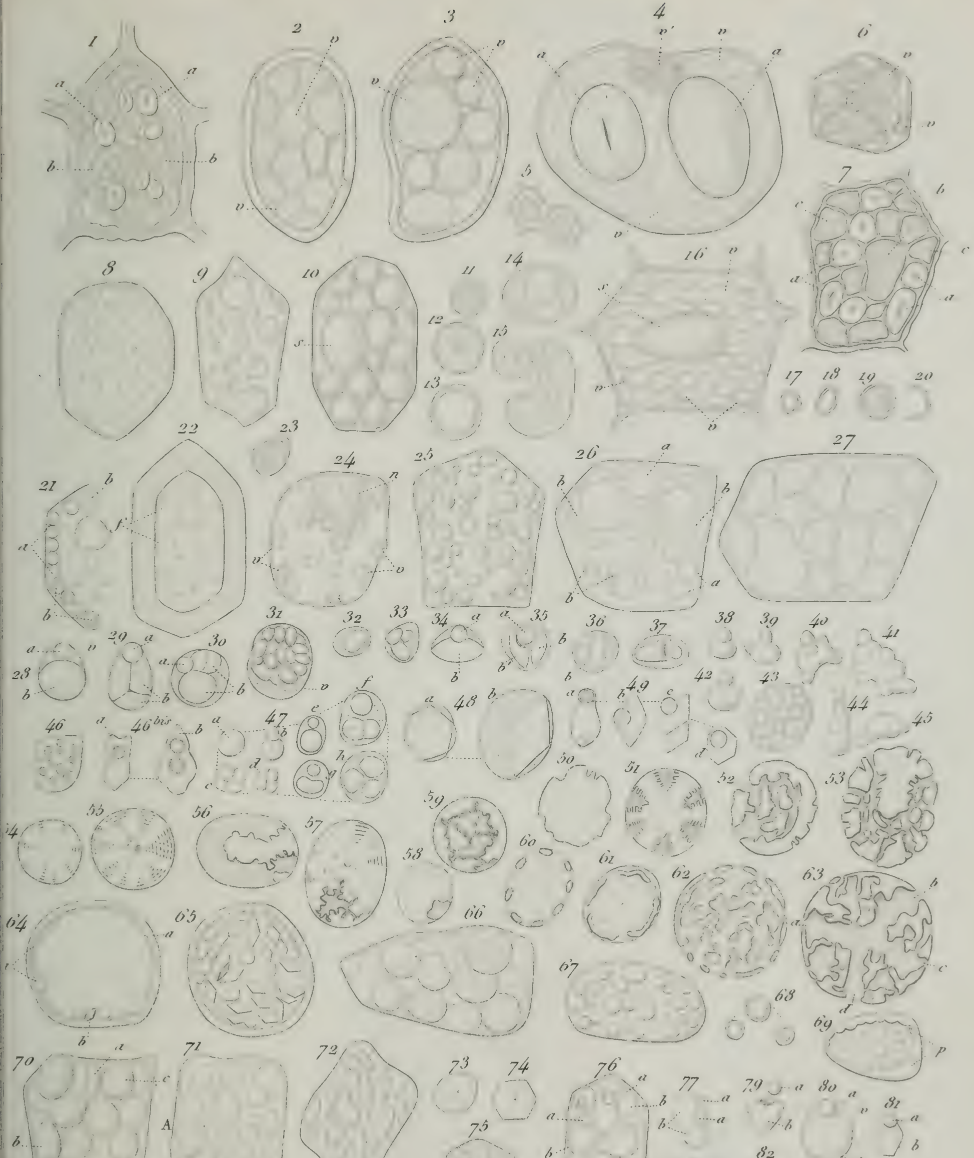

2
3
4
1
5
6
7
8
A
s
c
b
C
D
E
B
a
o
v
i
f
d
11
12
12 bis
13
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
29
30
31
32
33
34
35
37
38
39
40
41
42
43
44
45
47
48
49
50
51
52
53
55
56
57
58
59
60
n
p
d'

Trécul del. *Duménil sc.*

Amidon et nucléus.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 18 Paris.

BRITISH MUSEUM
S D
NATURAL HISTORY.

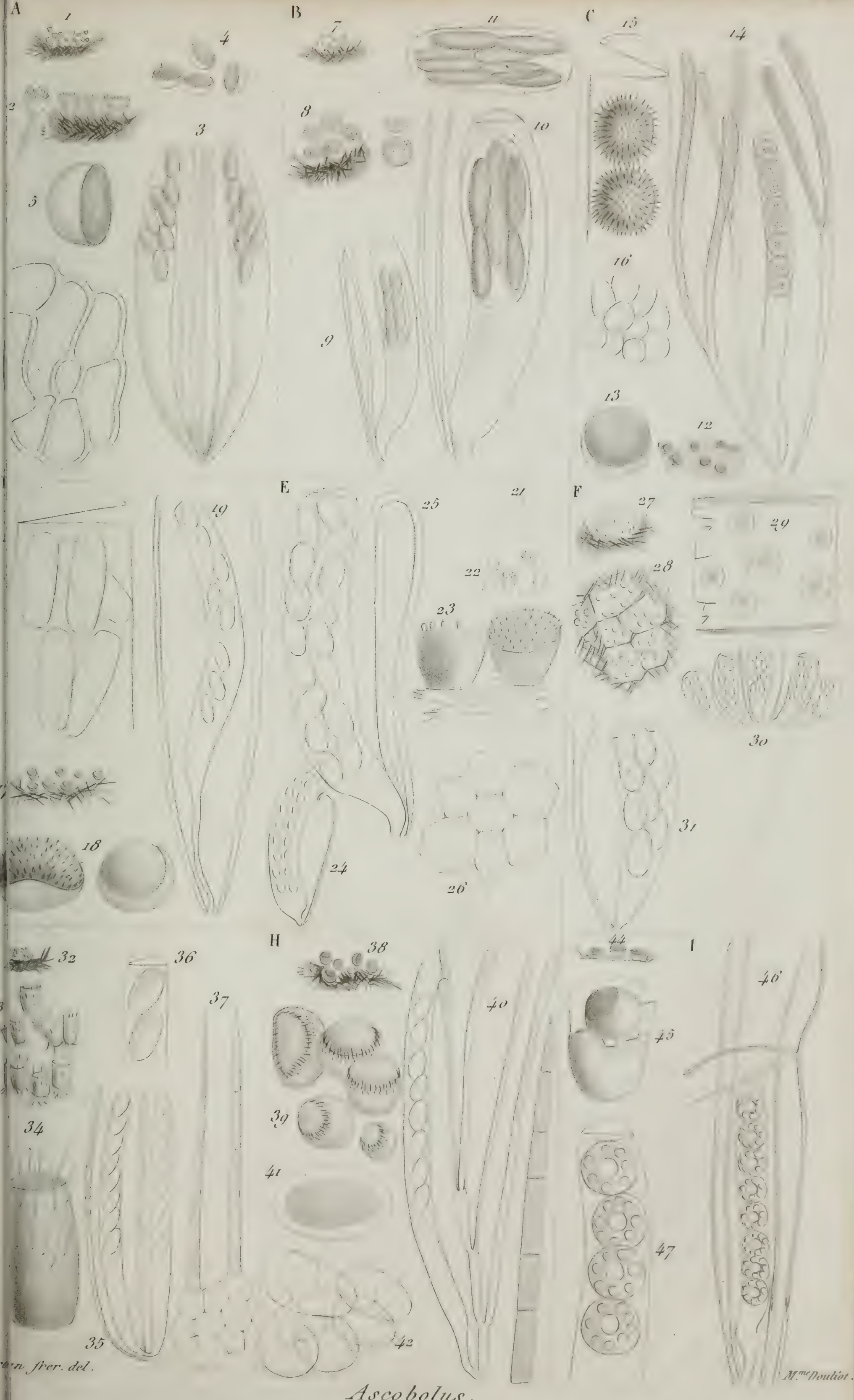

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
46 bis
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
A
B
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
a
b
c
d
e
f
f'
f''
h
n
p
s
v
v'
z

A. Trécul del. *Dumênil sc.*

Vésicules aleuriennes et amidon.

N. Rémond imp r. Vieille-Estrapade. 15, Paris.

RITISH MUSEUM
D
URAL HISTORY


A
1
4
2
3
5
B
7
11
8
10
9
C
15
14
16
13
12
19
E
25
21
22
23
24
26
F
27
29
28
30
31
18
32
36
37
34
35
H
38
40
39
41
42
44
I
46
45
47

un frer. del.

Mme Doutiot s

Ascobolus.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

H MUSEUM
D
ATURAL HIST

Fig. 1.

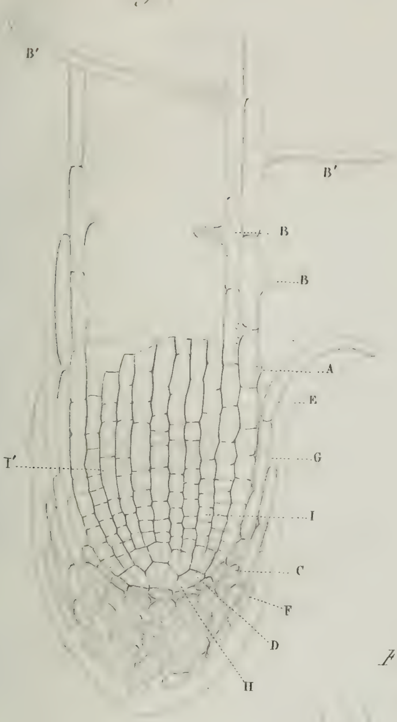

B′
B′
B
B
A
E
T′
G
I
C
F
D
H

Fig. 2.

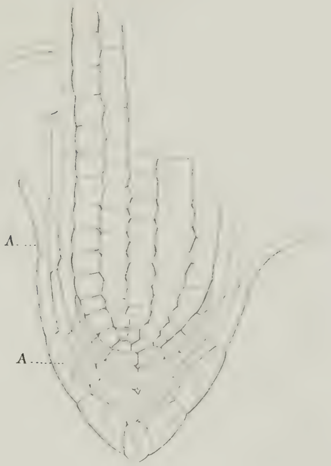


Fig. 5.

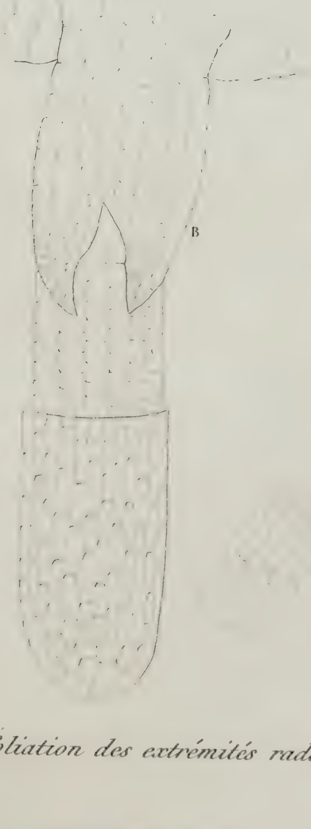


Fig. 3.

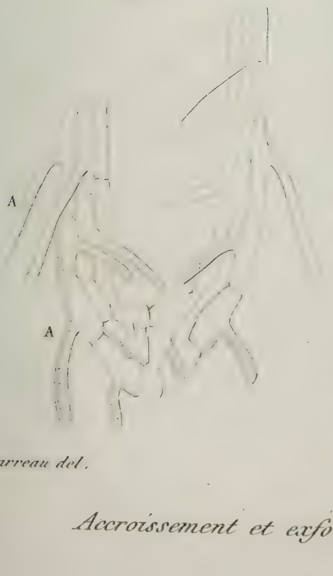
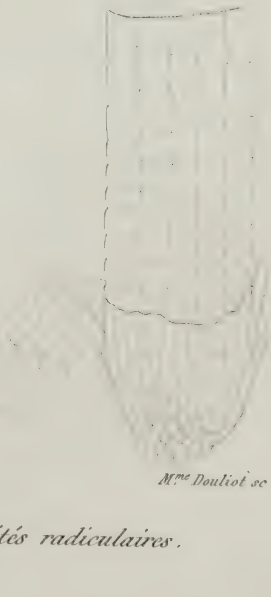


Fig. 4.



Garreau del.

Mme Douliot sc

Accroissement et exfoliation des extrémités radiculaires.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

36/1 MB

NATURAL HIST

12